

TOEGEPASTE GEOLOGIE EN HYDROGEOLOGIE

**GEOHYDROLOGISCH ONDERZOEK
PASSAGEULE**

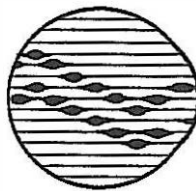
84/34

**GEOHYDROLOGISCH ONDERZOEK
PASSAGEULE**



UNIVERSITEIT GENT

**GEOHYDROLOGISCH ONDERZOEK
PASSAGEULE**



Laboratorium
voor
Toegepaste Geologie
en
Hydrogeologie

Geologisch Instituut
Krijgslaan 281, S8
B-9000 Gent

tel. 09/264 46 47
fax 09/264 49 88

Opdrachtgever
Provincie Zeeland - Afdeling Waterbeheer
Waterschap "Het Vrije van Sluis"
Landinrichtingsdienst

Leiding : Prof. Dr. W. DE BREUCK
Studie en verslag : Lic. Y. VERMOORTELT

Onderzoeksnummer : TGO 94/34

Datum : juni 1995



INHOUD

1 Inleiding	1
2 Elektromagnetische profilering	5
2.1 Principe en uitvoering	5
2.2 Interpretatie	6
2.3 Bemerkingen	21
2.4 Overige gegevens	21
3 Geo-elektrische sondering	26
3.1 Principe en uitvoering	26
3.2 Metingen en resistiviteitscurven	28
3.3 Interpretatie	28
3.4 Verziltingsdiepte	41
4 Informatie betreffende de terrein- en laboverrichtingen	43
4.1 Boringen	43
4.2 Grondwaterstandsmmeetpunten	44
4.3 Boorgatmetingen	44
4.4 Grondwateranalysen	44
4.5 Putproeven	45
5 Litologie	46
5.1 Litologie ter hoogte van de boorplaatsen	46
5.2 Litologische doorsneden	53
6 Hydrogeologie	59
6.1 Hydrogeologische bouw	59
6.2 Hydraulische parameters	59
6.3 Grondwaterkwaliteit	63
6.3.1 Grondwateranalyse	65
6.3.2 Resistiviteitsprofielen	81
6.4 Grondwaterstijghoogte en -stroming	85
6.4.1 Stijghoogtegegevens	85
6.4.2 Horizontale grondwaterstroming	86
6.4.3 Verticale grondwaterstroming	87
7 Samenvatting en conclusies	91

REFERENTIELIJST

BIJLAGEN



LIJST VAN FIGUREN

Figuur 1.1	Studiegebied	2-4
Figuur 2.1	EM-profiel p1	6
Figuur 2.2	EM-profiel p2	7
Figuur 2.3	EM-profiel p3	8
Figuur 2.4	EM-profiel p4	9
Figuur 2.5	EM-profiel p5	10
Figuur 2.6	EM-profiel p6	11
Figuur 2.7	Conductiviteitsdoorsnede p1	19
Figuur 2.8	Conductiviteitsdoorsnede p2	19
Figuur 2.9	Conductiviteitsdoorsnede p4	20
Figuur 2.10	Conductiviteitsdoorsnede p5	20
Figuur 2.11	Conductiviteitsdoorsnede p6	20
Figuur 2.12	Elektromagnetische metingen rapport OS 87-26 TNO-DGV (VAN OVERMEEREN, 1987)	22
Figuur 2.13	EM - verticale spoelen 10m (VAN OVERMEEREN, 1987)	23
Figuur 2.14	EM - verticale spoelen 20m (VAN OVERMEEREN, 1987)	24
Figuur 2.15	EM - verticale spoelen 40m (VAN OVERMEEREN, 1987)	25
Figuur 3.1	Diepte van het grensvlak tussen zoet en zout water (DE BREUCK ET AL, 1989) met aanduiding van de uitgevoerde sonderingen	27
Figuur 3.2	Geo-elektrische sondering S1	29
Figuur 3.3	Geo-elektrische sondering S2	30
Figuur 3.4	Geo-elektrische sondering S3	32
Figuur 3.5	Geo-elektrische sondering S4	33
Figuur 3.6	Geo-elektrische sondering S5	34
Figuur 3.7	Geo-elektrische sondering S7	35
Figuur 3.8	Geo-elektrische sondering S8	36
Figuur 3.9	Geo-elektrische sondering S9	37
Figuur 3.10	Geo-elektrische sondering S10	38
Figuur 3.11	Geo-elektrische sondering S11	39
Figuur 3.12	Geo-elektrische sondering S12	40
Figuur 3.13	Ligging metingen rapport OS 87-26 TNO-DGV (VAN OVERMEEREN, 1987)	42
Figuur 5.1	Uittreksel Geologische Kaart t.h.v. Oostburg (VAN RUMMELEN, 1977) .	50
Figuur 5.2	Verbreiding en dikte van Hollandveen (VAN RUMMELEN, 1977)	51
Figuur 5.3	Diepteligging van de top van de pleistocene afzettingen (VAN RUMMELEN, 1977)	52
Figuur 5.4	Litologische bouw ter hoogte van profiel AA'	54
Figuur 5.5	Litologische bouw ter hoogte van profiel BB'	58
Figuur 6.1	k-waarden voor profiel AA'	61
Figuur 6.2	k-waarden voor profiel BB'	62
Figuur 6.3	Cl-gehalte van het grondwater in het onderzoeksgebied (VAN OVERMEEREN, 1987)	64



Figuur 6.4	Grondwaterkwaliteit - profiel AA'	79
Figuur 6.5	Grondwaterkwaliteit - profiel BB'	80
Figuur 6.6	Resistiviteitsprofiel AA'	83
Figuur 6.7	Resistiviteitsprofiel BB'	84
Figuur 6.8	Zoetwaterstijghoogte (cyaan), horizontale en verticale (rood) grondwaterstro- ming voor profiel AA'	89
Figuur 6.9	Zoetwaterstijghoogte (cyaan), horizontale en verticale (rood) grondwaterstro- ming voor profiel BB'	90



LIJST DER TABELLEN

Tabel 2.1	Uitvoeringsmodaliteiten EM-profilering	5
Tabel 2.2	Gecorrigeerde meetwaarden profiel p1	13
Tabel 2.3	Gecorrigeerde meetwaarden profiel p2	14
Tabel 2.4	Gecorrigeerde meetwaarden profiel p3	15
Tabel 2.5	Gecorrigeerde meetwaarden profiel p4	16
Tabel 2.6	Gecorrigeerde meetwaarden profiel p5	17
Tabel 2.7	Gecorrigeerde meetwaarden profiel p6	18
Tabel 3.1	Soortelijke weerstanden in Nederland (VAN OVERMEEREN, 1987)	28
Tabel 3.2	Curvetype voor de nieuw uitgevoerde sonderingen (s1-s5 & s7-s12)	29
Tabel 3.3	Belangrijkste conclusies uit de geo-elektrische sonderingen	41
Tabel 6.1	Hydraulische doorlatendheid berekend a.d.h. van de slagproef volgens Bouwer en Rice	60
Tabel 6.2	k-waarden voor het testgebied Oostburg	63
Tabel 6.3	Resultaten grondwateranalyse mp1-F1	65
Tabel 6.4	Resultaten grondwateranalyse mp1-F2	65
Tabel 6.5	Resultaten grondwateranalyse mp2-F1	66
Tabel 6.6	Resultaten grondwateranalyse mp2-F2	66
Tabel 6.7	Resultaten grondwateranalyse mp3-F1	67
Tabel 6.8	Resultaten grondwateranalyse mp3-F2	67
Tabel 6.9	Resultaten grondwateranalyse mp4-F1	68
Tabel 6.10	Resultaten grondwateranalyse mp4-F2	68
Tabel 6.11	Resultaten grondwateranalyse mp5-F1	69
Tabel 6.12	Resultaten grondwateranalyse mp5-F2	69
Tabel 6.13	Resultaten grondwateranalyse mp6-F1	70
Tabel 6.14	Resultaten grondwateranalyse mp6-F2	70
Tabel 6.15	Resultaten grondwateranalyse mp7-F1	71
Tabel 6.16	Resultaten grondwateranalyse mp7-F2	71
Tabel 6.17	Resultaten grondwateranalyse mp8-F1	72
Tabel 6.18	Resultaten grondwateranalyse mp8-F2	72
Tabel 6.19	Resultaten grondwateranalyse mp9-F1	73
Tabel 6.20	Resultaten grondwateranalyse mp9-F2	73
Tabel 6.21	Resultaten grondwateranalyse mp10-F1	74
Tabel 6.22	Resultaten grondwateranalyse mp810F2	74
Tabel 6.23	Samenvatting van de resultaten van het analytisch onderzoek	75
Tabel 6.24	Verband tussen de TDS en het watertype (DE MOOR & DE BREUCK, 1969)	76
Tabel 6.25	Verband tussen Cl-gehalte en hoofdtype (STUYFZAND, 1986)	76
Tabel 6.26	Cl-gehalte van het grondwater in de omgeving van Oostburg: OS 87-26 TNO-DGV (VAN OVERMEEREN, 1987)	77
Tabel 6.27	Verband tussen de resitiviteit van het sediment en de grondwaterkwaliteit (WALRAEVENS, 1993 naar DE MOOR & DE BREUCK, 1969)	81



Tabel 6.28	Waterstanden, stijghoogten en zoetwaterstijghoogten voor de meetronde januari 1995	85
Tabel 6.29	Bepaling op- of neerwaartse grondwaterstroming	87



1 Inleiding

Door de Afdeling Waterbeheer van de Provincie Zeeland, door het Waterschap "Het Vrije van Sluis en door de Landinrichtingsdienst is aan het Laboratorium voor Toegepaste Geologie en Hydrogeologie (LTGH) van de Universiteit Gent (RUG) de opdracht gegeven een geohydrologisch onderzoek te verrichten op het grondgebied van de gemeenten Oostburg, Sluis, Biervliet en IJzendijke.

De opdrachten van de besturen vullen elkaar aan en werden daarom samengebracht in één enkel verslag.

Onderhavig verslag omvat de resultaten van het geohydrologisch onderzoek voor het project "A2-Groen Structuur Passageule" en de resultaten van het geohydrologisch onderzoek voor de "Herinrichting Kust West Zeeuwsch-Vlaanderen".

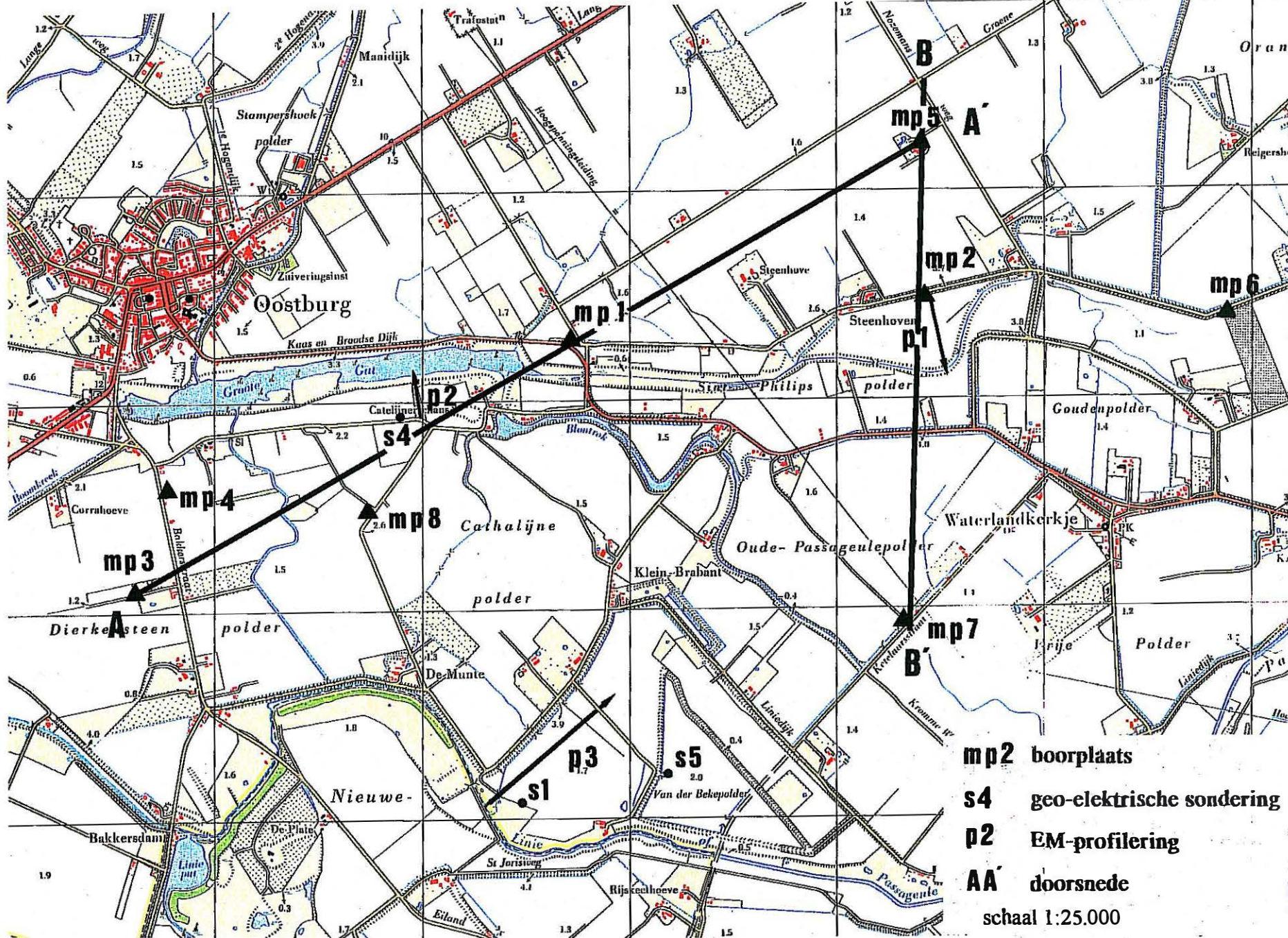
De opdracht A2-Groen Structuur Passageule (Waterschap "Het Vrije van Sluis") omvat de uitvoering, de interpretatie en de rapportering van:

- 9 grondwaterstandsmmeetpunten (mp1 - mp9)
- 9 geofysische boorgatmetingen in niet uitgeruste boorgaten
- 9 putproeven
- 18 grondwatermonsters en opmeting van terreinparameters
- 18 grondwateranalyses
- 4 elektromagnetische profileringen (p1-p4)
- 9 elektrische resistiviteitssonderingen (s1-s5 & s7-s10)

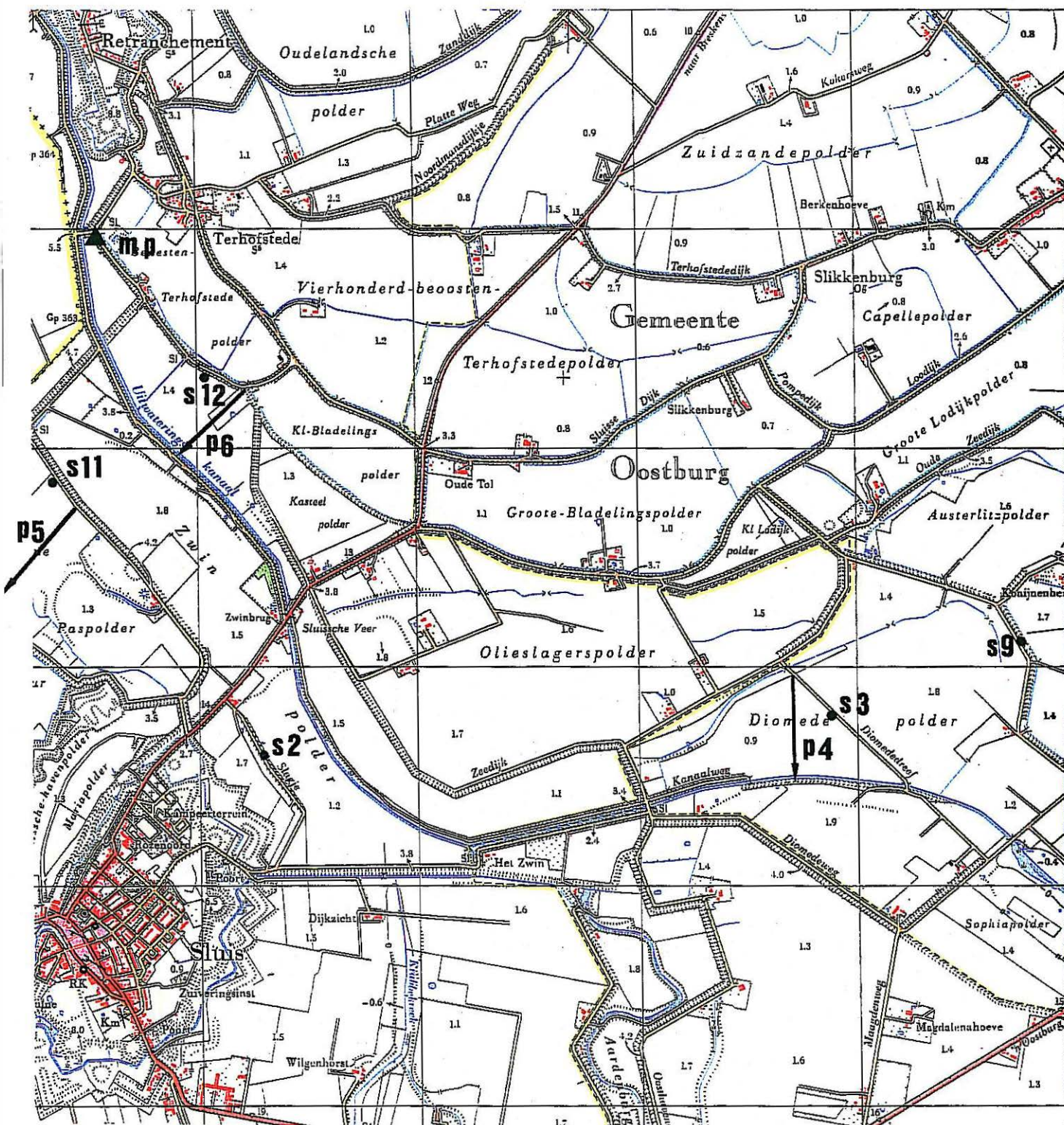
De opdracht Herinrichting Kust West Zeeuwsch-Vlaanderen (Landinrichtingsdienst) omvat de uitvoering, de interpretatie en de rapportering van:

- 1 grondwaterstandsmmeetpunt (mp10)
- 1 geofysische boorgatmeting in niet uitgerust boorgat
- 1 putproef
- 2 grondwatermonsters en opmeting van terreinparameters
- 2 grondwateranalyses
- 2 elektromagnetische profileringen (p5 - p6)
- 2 elektrische resistiviteitssonderingen (s11 - s12)

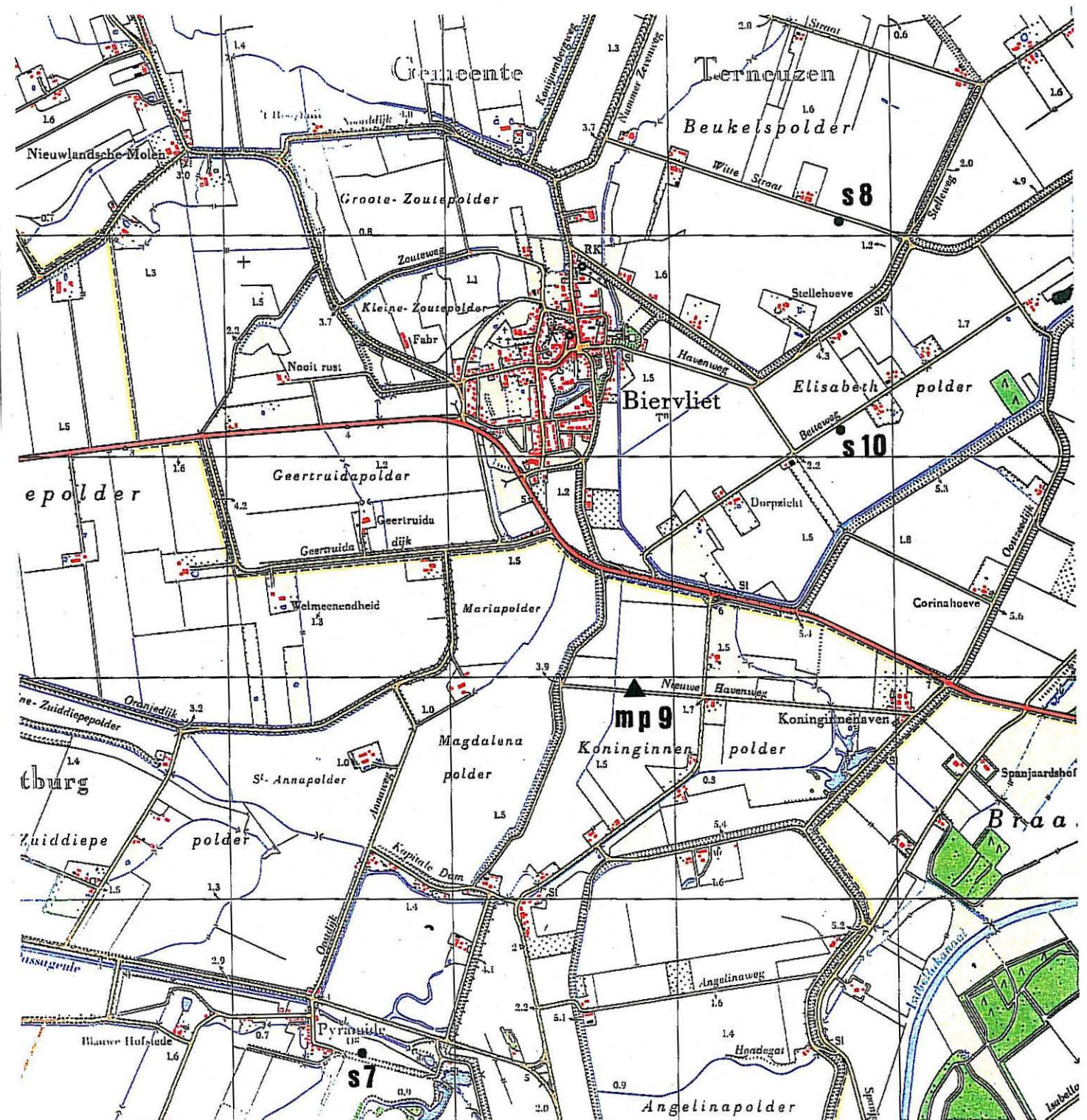
De plaatsen van de grondwaterstandsmmeetpunten, profileringen en sonderingen werden in samenspraak met de Provincie (Afdeling Waterbeheer), met het Waterschap Het Vrije Van Sluis en met de Landinrichtingsdienst vastgelegd. Het Waterschap Het Vrije Van Sluis stond in voor de logistieke ondersteuning (toelatingen, watervoorziening, ligging kabels en leidingen, ...).



Figuur 1.1.a Studiegebied, omgeving Oostburg



Figuur 1.1.b Studiegebied, omgeving Sluis



Figuur 1.1.c Studiegebied, omgeving Biervliet



2 Elektromagnetische profilering

2.1 Principe en uitvoering

De elektromagnetische profilering werd uitgevoerd door middel van de GEONICS EM 34XL. Er werd gekozen voor de horizontale dipoolopstelling, waarbij de zend- en ontvangspoel verticaal worden geplaatst. Bij grote schijnbare conductiviteiten (verzilt) de verticale dipoolopstelling niet van toepassing is.

De meetwaarden geven de schijnbare conductiviteit in mS/m. De spoel-afstand (S) bedraagt 10, 20 of 40 m en bepaalt de indringingsdiepte tot respectievelijk ca. 7, 15 en 30 m (homogene aarde). De meetwaarden (schijnbare conductiviteit) werden via een correctiegrafiek (MC NEILL, 1983) omgezet naar de werkelijke conductiviteit.

Er werden 6 profiellijnen, gelopen op de plaatsen vastgelegd door de opdrachtgever. Er werd geopteerd voor een basis spoelafstand van 20 m. Afhankelijk van de waarnemingen werden de profiellijnen overgedaan met een spoelafstand van 10 en/of 40 m. Tabel 2.1 geeft, voor de zes profiellijnen, de spoelafstanden en meetintervallen (afstand tussen opeenvolgende metingen); figuur 1.1 situeert de profiellijnen in het studiegebied. Figuren 2.1 tot 2.6 geven, voor de zes profiellijnen, het verloop van de conductiviteit met de afstand. Tabellen 2.2 tot 2.7 geven de gecorrigeerde meetwaarden (conductiviteit).

profiel	ligging	orient.	lengte	S10	interval	S20	interval	S40	interval
p1	Steenhoven	N-Z	375 m	+	15 m	+	15 m	-	-
p2	Groote Gat	Z-N	210 m	+	10 m	+	10 m	+	10 m
p3	Nieuwe Passageulepolder	ZW-NO	760 m	-	-	+	10 m	-	-
p4	Diomedepolder	N-Z	480 m	+	10 m	+	20 m	-	-
p5	Kleine Paspolder	NO-ZW	600 m	+	20 m	+	10 m	-	-
p6	Uitwateringskanaal	NO-ZW	388 m	+	15 m	+	15 m	-	-

Tabel 2.1 uitvoeringsmodaliteiten EM-profilering

Het verband tussen de conductiviteit en de resitiviteit wordt gegeven door:

$$\rho = \frac{1000}{\sigma} \quad \text{met: } \rho = \text{resistiviteit } (\Omega.m) \quad \sigma = \text{conductiviteit (mS/m)}$$

De gecorrigeerde meetwaarden voor de conductiviteit werden volgens deze betrekking omgezet naar resistiviteitswaarden (bijlage 2.1). Deze omzetting gebeurde om de elektromagnetische gegevens beter met de geo-elektrische (sonderingen en boorgatmetingen) te kunnen vergelijken.



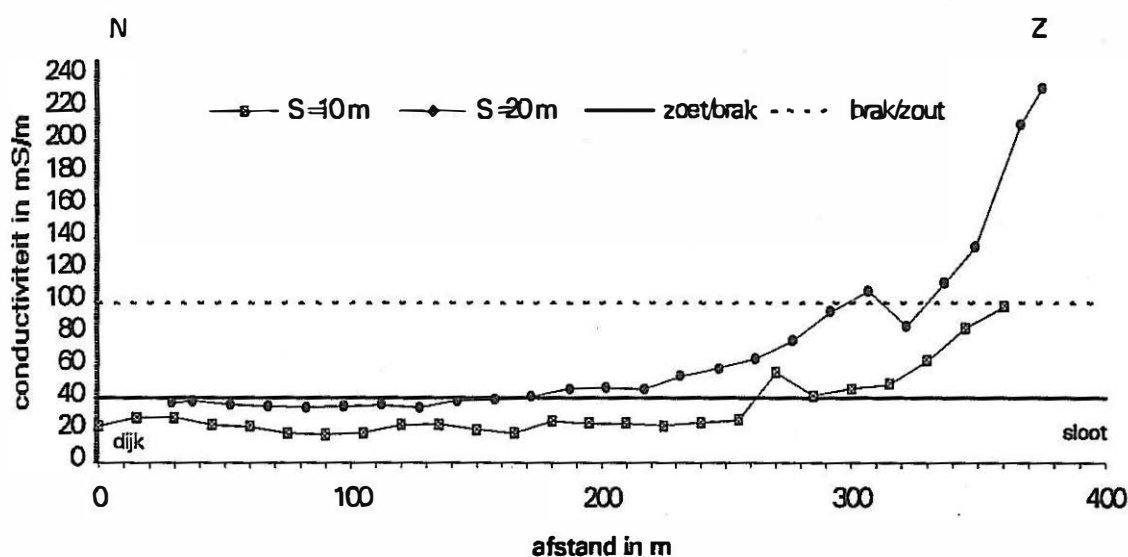
2.2 Interpretatie

Uit de geo-elektrische en elektromagnetische studie van Zeeuwsch-Vlaanderen (VAN OVERMEEREN, 1987) blijkt dat gebieden met zeer lage resistiviteit ($\rho \leq 10 \Omega\text{m}$) of hoge conductiviteit ($\sigma \geq 100 \text{ mS/m}$) wijzen op de aanwezigheid van zout tot zeer zout grondwater. Gebieden met zoet grondwater hebben een hoge resistiviteit ($\rho > 25 \Omega\text{m}$) of zeer lage conductiviteit ($\sigma < 40 \text{ mS/m}$). Voor gebieden met een matige resistiviteit ($10 \Omega\text{m} < \rho \leq 25 \Omega\text{m}$) of matige conductiviteit ($100 \text{ mS/m} > \sigma \geq 40 \text{ mS/m}$) kan men spreken van brak grondwater.

	conductiviteit in mS/m	resistiviteit in Ωm
zoet	< 40	> 25
brak	≥ 40 tot < 100	≤ 25 tot > 10
zout	≥ 100	≤ 10

profiel 1 met een lengte van 375 m loopt vanaf de voet van de Steenhovendijk in het noorden tot aan een uitloper van het Groote Gat. De spoelafstand bedraagt 10 en 20 m. Beide meetreeksen geven een gelijkaardig beeld (Fig 2.1). De conductiviteit blijft ca. constant vanaf de dijk tot ca. 250 m ten zuiden ervan, daarna stijgt zij naarmate de metingen de sloot naderen.

- Op een diepte van 7,5 m vindt men zoet grondwater vanaf het begin van het profiel tot ca. 260 m van de dijk, verder zuidwaarts komt brak grondwater voor; nabij de sloot wordt de grenswaarde voor zout grondwater bereikt.
- Op een diepte van 15 m is het grondwater zoet vanaf de dijk tot ca. 210 m van de sloot, in de zone tussen 210 m en 90 m van de sloot is het grondwater brak en op minder dan 90 m van de sloot is het grondwater zout.



Figuur 2.1 EM-profiel p1

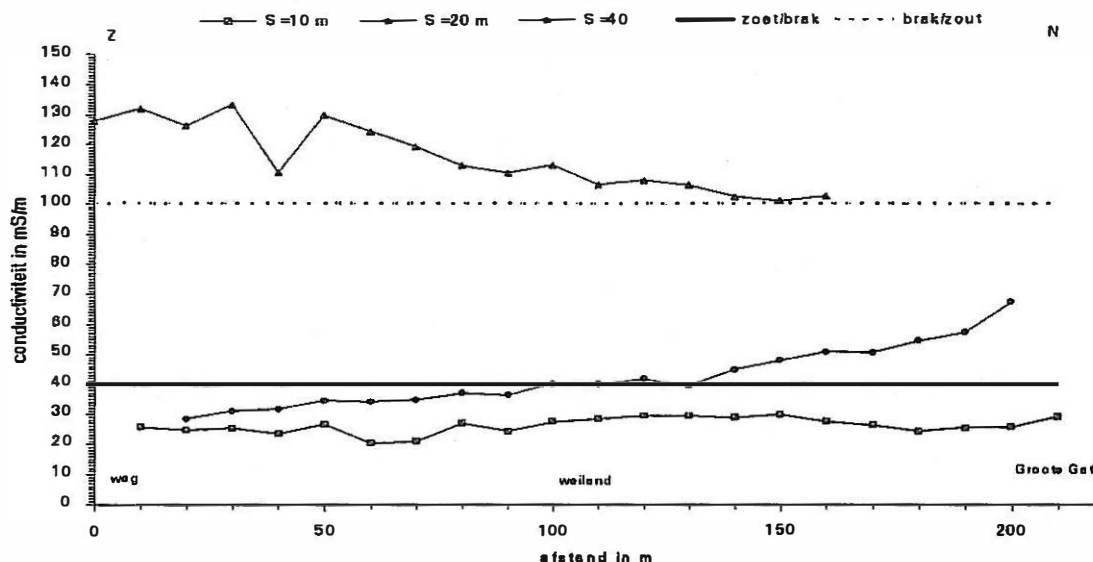


Figuur 2.7 geeft schematisch een beeld van de verzilting (conductiviteit) in functie van de diepte (zie 2.3). In het noorden (dijk) is het grondwaterreservoir overwegend zoet. Naarmate men de sloot nadert, wordt het water brakker en nabij de sloot komt het zoute grondwater ondiep voor.

Profiel 2 met een lengte van 210 m loopt vanaf de weg in het zuiden tot aan het Groote Gat. Er werd gemeten met een spoelafstand van 10, 20 en 40 m (Fig. 2.2).

- Op een diepte van 7,5 m is het grondwater zoet over de ganse lengte van het profiel, de conductiviteit blijft nagenoeg constant; zij varieert van 20 tot 30 mS/m.
- Op een diepte van 15 m is er een matig stijgende trend naar de kreek toe waarneembaar; vanaf de weg tot circa 100 m ten noorden ervan is het grondwater zoet, dicht bij de kreek wordt het grondwater brak.
- Op 30 m diepte is het grondwater zout; het zoutgehalte neemt evenwel lichtjes af naarmate men de kreek nadert.

Figuur 2.8 geeft schematisch een beeld van de verzilting (conductiviteit) in functie van de diepte. Hieruit blijkt dat men de top van de verzilting minder diep aantreft naarmate men de kreek nadert; de bovenste lagen bevatten evenwel over de ganse lengte van het profiel zoet grondwater, ook dicht bij de kreek.



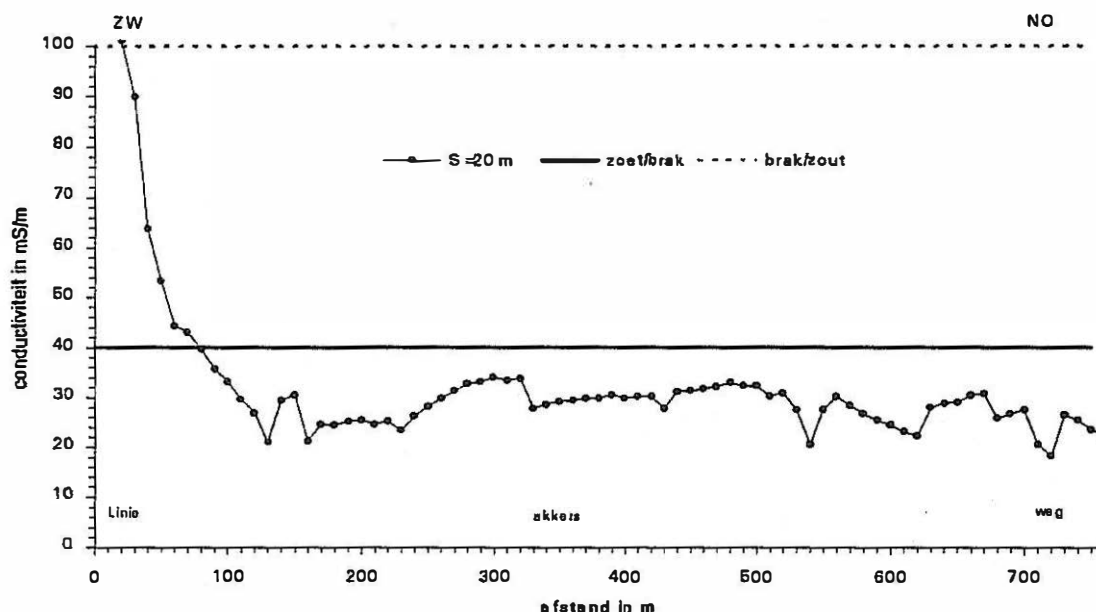
Figuur 2.2 EM-profiel p2

Profiel 3 met een lengte van 760 m loopt vanaf de Linie of Passageule in het zuidwesten tot aan de eerste verharde weg in het noordoosten (toegangsweg tot akkers en boerderij). Er werd



om de 10 m gemeten met een spoelafstand van 20 m (metingen met een spoelafstand van 10 m leveren geen bijkomende informatie; het grondwaterreservoir is zoet tot op grote diepte). De metingen zijn grafisch weergegeven in figuur 2.3.

De conductiviteitswaarden wijzen erop dat men op een diepte van 15 m, met uitzondering van de omgeving van de Linie, steeds zoet grondwater aantreft. Ter hoogte van de perceelsgrenzen (niet bebouwde akkers) is telkenmale een geringe daling van de conductiviteit merkbaar. In de buurt van de waterloop (Linie of Passageule) werden beduidend hogere conductiviteitswaarden gemeten. Het eerste meetpunt (op ca. 20 m van de waterloop) geeft een waarde representatief voor zout grondwater; tussen 20 en 80 m van de waterloop is het grondwater (op een diepte van 15 m) brak. Met uitzondering van een smalle strook nabij de waterloop kan men stellen dat de top van de verzilting langs het profiel in ieder geval dieper ligt dan 15 m onder het maaiveld. Daar slechts met één spoelafstand gemeten werd kon hier geen conductiviteitschema opge-
maakt worden.



Figuur 2.3 EM-profiel p3

Profiel 4 met een lengte van 480 m loopt vanaf de Diomededreef (Coxydijk) in het noorden (nabij een sloot) tot aan het Uitwateringskanaal in het zuiden. Er werd gemeten met een spoelafstand van 10 (om de 10 m) en 20 (om de 20 m) m. Beide meetreeksen geven een gelijkaardig beeld; de conductiviteit is het hoogst nabij het begin en op het einde van de profiellijn; zij is het laagst in het midden. De metingen zijn weergegeven in figuur 2.4.

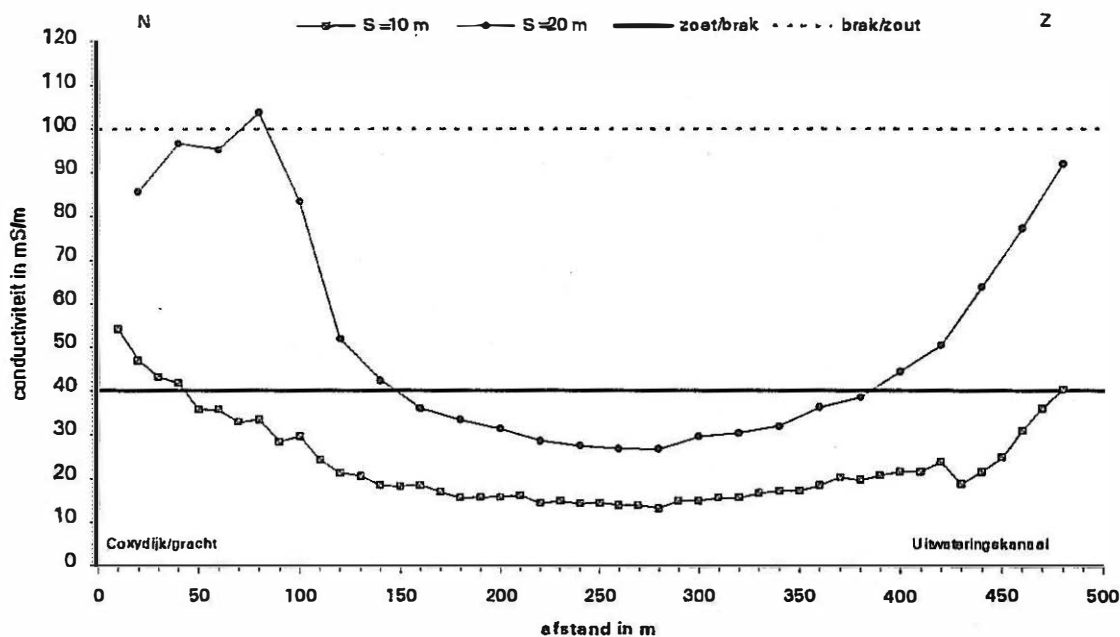
- Op een diepte van 7.5 m worden overwegend lage conductiviteitswaarden gemeten: het grondwater is er zoet. In het noorden, nabij de sloot, en in het zuiden, nabij het Uitwateringskanaal, is het grondwater op een diepte van 7.5 m zwak brak. Het zoetste grondwater



treft men aan in het midden van de akker (kreekopvulling).

- Op een diepte van 15 m worden lage conductiviteitswaarden gemeten in het midden van het profiel (zoet grondwater); vanaf het beginpunt tot ca. 150 m vindt men waarden tussen 40 en 105 mS/m wat duidt op brak grondwater. Vanaf het meetpunt 400 m tot aan de rand van het Uitwateringskanaal worden eveneens conductiviteitswaarden gemeten, die duiden op brak grondwater.

Figuur 2.9 geeft schematisch een beeld van de verzilting (conductiviteit) in functie van de diepte. In het noorden en zuiden is de dikte van het zoetwaterpakket beperkt; het brak tot zout grondwater komt relatief ondiep (minder dan 15 m diepte) voor. In het midden van het profiel (centrum akker) is de dikte van het zoet grondwaterpakket beduidend groter; op een diepte van 15 m werden nog steeds conductiviteitswaarden gemeten die representatief zijn voor zoet grondwater.

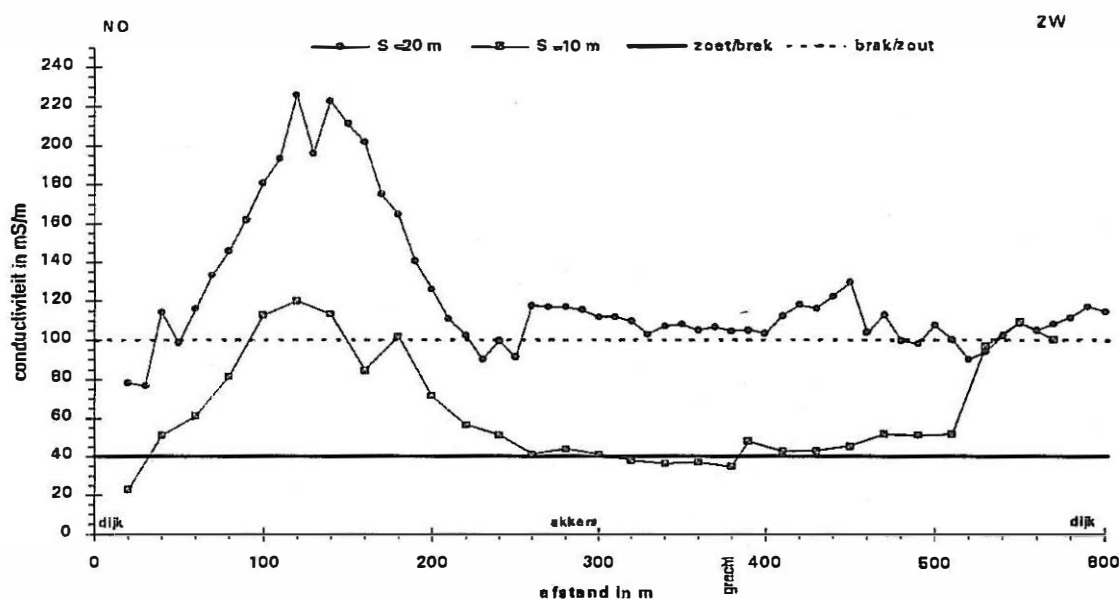


Figuur 2.4 EM-profiel p4

Profiel 5 met een lengte van 600 m loopt doorheen de kleine Paspolder vanaf de dijkvoet in het noordoosten tot aan de dijkvoet in het zuidwesten. Ter hoogte van meetpunt 390 ligt een ca. 2 m brede gracht. Er werd gemeten met een spoelafstand van 10 (meetinterval 20 m) en 20 (meetinterval 10m) m. Beide meetreeksen vertonen een gelijkaardig verloop: vanaf het eerste meetpunt een geleidelijke toename naar hoge (10 m) tot zeer hoge (20 m) conductiviteitswaarden met een maximum rond 120 m van de dijkvoet; daarna daalt de conductiviteit naar zijn oorspronkelijke waarde waarna zij ongeveer constant blijft. De metingen zijn weergegeven in onderstaande figuur (Fig. 2.5).

- Op een diepte van 7.5 m vindt men tussen 0 en 260 m matig hoge conductiviteitswaarden, die duiden op brak grondwater (tussen 100 en 160 m zout grondwater). Vanaf 260 m varieert de conductiviteit rond de grenswaarde voor zoet en brak grondwater. Naar het einde van het profiel stijgt de conductiviteit, eerst geleidelijk naar waarden typisch voor brak grondwater en vanaf het meetpunt 510 plots tot waarden typisch voor zout grondwater.
- Op een diepte van 15 m vindt men hoofdzakelijk waarden die duiden op zout grondwater. Tussen 40 en 200 m wordt een zeer hoge conductiviteit gemeten met een maximum rond 110 m.

Figuur 2.10 geeft schematisch een beeld van de verzilting (conductiviteit) in functie van de diepte. De eerste 250 m worden gekenmerkt door een dun zoet tot brak grondwaterpakket rustend op ondiep zout grondwater. In het midden van het profiel neemt de dikte van de zoete grondwaterlaag toe tot meer dan 8 m. Naar het einde toe komt vooral brak maar ook zout grondwater ondiep voor.



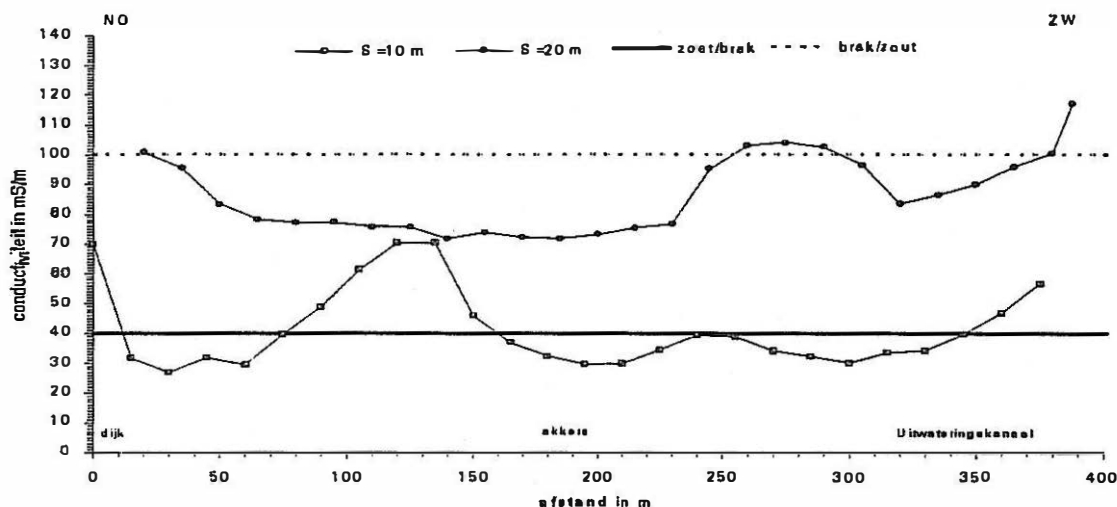
Figuur 2.5 EM-profiel p5

Profiel 6 met een lengte van 390 m loopt vanaf de voet van de dijk in het noordoosten tot aan het Uitwateringskanaal in het zuidwesten. Er werd gemeten met een spoelafstand van 10 en 20 m (telkens om de 15 m). De metingen zijn weergegeven in onderstaande figuur (Fig.2.6).

- Op een diepte van 7.5 m worden hoofdzakelijk waarden gemeten die duiden op zoet grondwater. Dicht bij het Uitwateringskanaal stijgt de conductiviteit tot waarden boven de 40 mS/m. De hoge waarde aan het begin van het profiel (meetpunt 0 m) mag niet aan de verzilting toegeschreven worden. Tussen 80 en 155 m werden waarden gemeten die duiden op brak grondwater.

- Op een diepte van 15 m meet men waarden die duiden op brak grondwater; enkel aan het begin en het einde van het profiel en tussen 255 en 300 m worden waarden gemeten die duiden op zout grondwater. De toename van de conductiviteit tussen 80 en 155 m waargenomen met de spoelafstand 10 m komt niet tot uiting bij de spoelafstand 20 m. Een plaatselijke, ondiepe storing ligt aan de basis ervan.

Figuur 2.11 geeft schematisch een beeld van de verzilting (conductiviteit) in functie van de diepte. De dikte van het zoetwaterpakket verandert slechts weinig langs het profiel. Zij bedraagt meestal minstens 7.5 m; enkel in de zone tussen 80 en 155 m is ze minder dik. Tussen 7.5 en 15 m diepte komt hoofdzakelijk brak grondwater voor. Bij het Uitwateringskanaal, aan het beginpunt van het profiel en tussen 255 en 300 m ligt de top van de verzilting tussen 7.5 en 15 m diepte.



Figuur 2.6 EM-profiel p6

Het EM-profiel 1 duidt op het voorkomen van overwegend zoet grondwater in de akkers en ondiep zout grondwater in de buurt van de sloot. De conductiviteitsdoorsnede laat vermoeden dat de drainerende werking van de sloot, die een uitloper is van het Groote Gat, aan de basis ligt van de opbolling van het zoet- zoet water grensvlak.

Het EM-profiel 2 toont aan dat het ondiepe grondwaterreservoir nabij het Groote Gat hoofdzakelijk uit zoet grondwater bestaat en dat het zout grondwater overal diep voorkomt. De metingen wijzen in geen geval op een merkbare zoetwateraanrijking vanuit de kreek naar het grondwaterreservoir. Integendeel op matige diepte stijgt het zoutgehalte naar de kreek toe, zij het in zeer geringe mate.



Het EM-profiel 3 duidt op het voorkomen van zoet grondwater, tot op grote diepte, onder de akkers en van ondiep zout grondwater in de buurt van de sloot (Linie of Passageule). De resultaten geven een gelijkaardig beeld als het profiel 1.

Het EM-profiel 4 duidt op een ondiepe verzilting ter hoogte van beide waterlopen (Uitwateringskanaal in het Z en de sloot in het N) en op een omvangrijke zoetwaterlens onder de akker. Het verziltingsprofiel is het resultaat van enerzijds de aanvoer van zoet (regen)water ter hoogte van de akker (zandige kreekrug) en anderzijds het opbollen van het zoet-/zoutwatergrensvlak ter hoogte van de drainerende waterlopen.

Het EM-profiel 5 wordt gekenmerkt door een belangrijke opstuwing van het zoet-/zoutwatergrensvlak in de oostelijke helft van het profiel, tussen de meetpunten 50 en 200 m; in de westelijke helft bevindt het zoute grondwater zich op grote diepte.

Het EM-profiel 6 duidt in grote lijnen op een homogene, horizontaal verlopende verziltingsgradiënt; de bovenste 8 m zijn zoet, tussen 8 en 16 m treft men brak grondwater aan en dieper is het grondwaterreservoir zout. In tegenstelling tot profiel 1, 3 en 4 ziet men hier geen merkelijke invloed van de gracht op de diepte van het grensvlak tussen zoet en zout grondwater.



afstand in m	conductiviteit in mS/m spoel 20 m	conductiviteit in mS/m spoel 10 m	afstand in m	conductiviteit in mS/m spoel 20 m	conductiviteit in mS/m spoel 10 m
0		22.6	195		24.4
15		28.2	202	46.6	
29	37.0		210		24.3
30		28.2	217	45.8	
37	38.5		225		23.0
45		23.3	232	53.6	
52	36.3		240		25.0
60		22.1	247	58.8	
67	35.1		255		26.2
75		18.4	262	65.0	
82	34.5		270		56.0
90		17.3	277	75.9	
97	34.9		285		41.9
105		18.7	292	93.9	
112	35.9		300		46.2
120		23.4	307	106.9	
127	34.0		315		48.7
135		23.7	322	84.8	
142	38.6		330		63.3
150		20.8	337	112.0	
157	39.0		345		83.5
165		18.2	349	134.3	
172	41.0		360		97.0
180		25.8	367	210.6	
187	46.2		375	232.0	

zoet <40 mS/m
brak 40 - 100 mS/m
zout >100 mS/m

Tabel 2.2 gecorrigeerde meetwaarden profiel p1



afstand in m	conductiviteit in mS/m spoel 10 m	conductiviteit in mS/m spoel 20 m	conductiviteit in mS/m spoel 40 m
0			128.0
10	25.6		132.0
20	24.7	28.5	126.2
30	25.4	31.1	133.4
40	23.5	31.8	110.6
50	26.7	34.5	129.8
60	20.2	34.3	124.3
70	21.0	34.7	119.3
80	26.9	36.9	112.8
90	24.3	36.3	110.5
100	27.4	40.3	113.0
110	28.4	40.0	106.3
120	29.4	41.7	107.9
130	29.5	39.4	106.3
140	28.9	44.8	102.3
150	29.9	47.9	100.8
160	27.5	50.9	102.5
170	26.3	50.6	
180	24.3	54.4	
190	25.5	57.3	
200	25.6	67.3	
210	29.3		

zoet <40 mS/m
brak 40 - 100 mS/m
zout >100 mS/m

Tabel 2.3 gecorrigeerde meetwaarden profiel p2



afstand in m	conductiviteit in mS/m spoel 20 m	afstand in m	conductiviteit in mS/m spoel 20 m	afstand in m	conductiviteit in mS/m spoel 20 m
20	101.2	270	31.3	520	31.0
30	89.8	280	32.8	530	27.6
40	63.8	290	33.2	540	20.7
50	53.3	300	34.1	550	27.5
60	44.4	310	33.5	560	30.2
70	43.0	320	33.9	570	28.5
80	39.7	330	27.8	580	26.8
90	35.7	340	28.7	590	25.4
100	33.3	350	29.3	600	24.5
110	29.7	360	29.5	610	23.1
120	27.0	370	29.8	620	22.3
130	21.0	380	29.8	630	28.0
140	29.5	390	30.6	640	28.9
150	30.6	400	29.9	650	29.1
160	21.4	410	30.2	660	30.5
170	24.6	420	30.2	670	30.8
180	24.5	430	27.8	680	25.8
190	25.2	440	31.2	690	26.8
200	25.5	450	31.3	700	27.6
210	24.7	460	31.8	710	20.6
220	25.3	470	32.2	720	18.3
230	23.3	480	33.1	730	26.5
240	26.3	490	32.3	740	25.4
250	28.2	500	32.3	750	23.6
260	29.8	510	30.3	760	22.1

zoet <40 mS/m
brak 40 - 100 mS/m
zout >100 mS/m

Tabel 2.4 gecorrigeerde meetwaarden profiel p3



afstand in m	conductiviteit in mS/m spoel 20 m	conductiviteit in mS/m spoel 10 m	afstand in m	conductiviteit in mS/m spoel 20 m	conductiviteit in mS/m spoel 10 m
10		54.1	250		14.5
20	85.7	46.9	260	26.9	13.9
30		43.1	270		13.9
40	96.7	41.7	280	26.8	13.2
50		35.7	290		15.0
60	95.3	35.6	300	29.5	15.0
70		32.8	310		15.6
80	103.7	33.5	320	30.4	15.6
90		28.3	330		16.6
100	83.2	29.7	340	32.0	17.2
110		24.3	350		17.2
120	51.9	21.3	360	36.1	18.4
130		20.6	370		20.2
140	42.4	18.4	380	38.5	19.6
150		18.3	390		20.7
160	36.0	18.5	400	44.3	21.6
170		16.9	410		21.6
180	33.4	15.6	420	50.4	23.8
190		15.7	430		18.7
200	31.3	15.8	440	63.8	21.6
210		16.2	450		24.7
220	28.7	14.4	460	77.1	30.9
230		14.9	470		36.0
240	27.5	14.3	480	92.0	40.2

zoet <40 mS/m
brak 40 - 100 mS/m
zout >100 mS/m

Tabel 2.5 gecorrigeerde meetwaarden profiel p4



afstand in m	conductiviteit in mS/m spoel 20 m	conductiviteit in mS/m spoel 10 m	afstand in m	conductiviteit in mS/m spoel 20 m	conductiviteit in mS/m spoel 10 m
0		70.0	200	73.3	
15		31.8	210		30.1
20	100.8		215	75.6	
30		27.0	225		34.6
35	95.7		230	76.9	
45		32.0	240		39.4
50	83.5		245	95.3	
60		29.5	255		39.0
65	78.4		260	103.3	
75		39.8	270		34.3
80	77.2		275	104.2	
90		49.0	285		32.4
95	77.4		290	102.6	
105		61.3	300		30.2
110	75.9		305	96.7	
120		70.5	315		33.7
125	75.7		320	83.6	
135		70.5	330		34.3
140	71.9		335	86.5	
150		46.0	345		39.8
155	74.1		350	90.1	
165		37.0	360		46.8
170	72.3		365	96.1	
180		32.5	375		56.7
185	71.9		380	100.7	
195		29.7	388	117.0	

zoet <40 mS/m
brak 40 - 100 mS/m
zout >100 mS/m

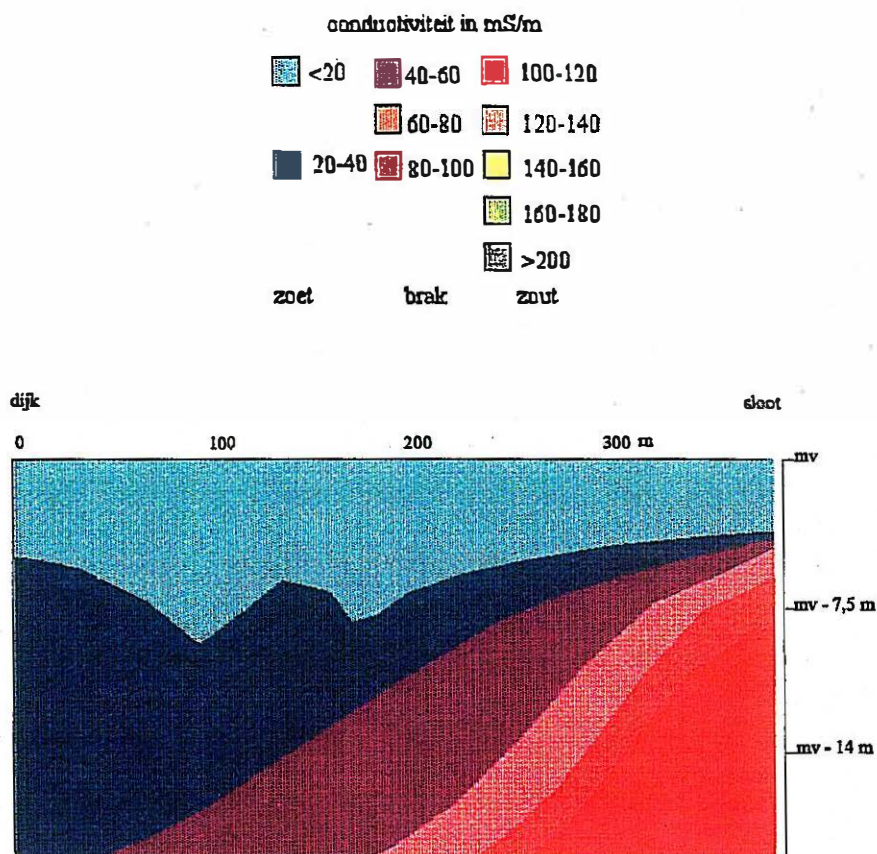
Tabel 2.6 gecorrigeerde meetwaarden profiel p5



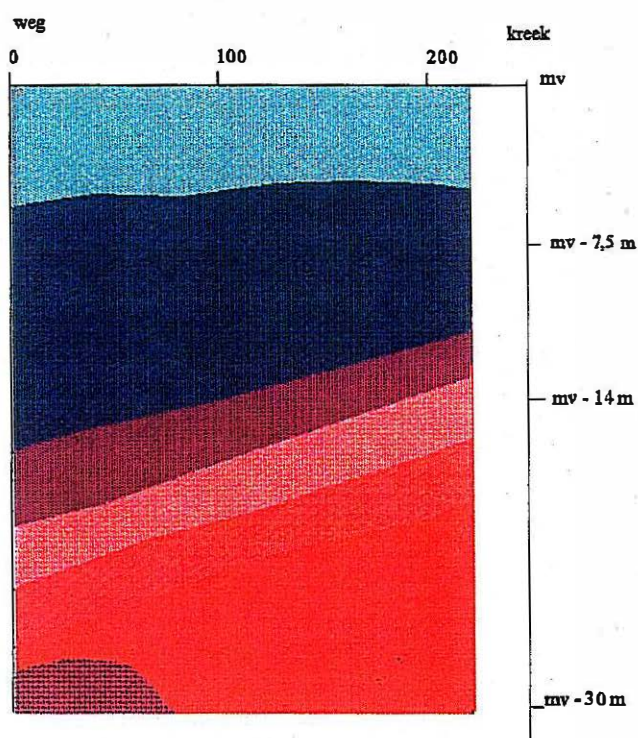
afstand in m	conductiviteit in mS/m spoel 20 m	conductiviteit in mS/m spoel 10 m	afstand in m	conductiviteit in mS/m spoel 20 m	conductiviteit in mS/m spoel 10 m
10			310	111.9	
20	78.2	23.0	320	109.6	38.2
30	76.8		330	102.9	
40	114.4	51.1	340	107.2	36.3
50	98.5		350	108.0	
60	115.9	61.0	360	105.0	37.0
70	133.1		370	106.6	
80	161.9	81.6	380	104.5	34.7
90	180.9		390	105.2	48.1
100	193.2	112.6	400	103.4	
110	226.0		410	112.4	42.6
120	195.9	120.2	420	117.9	
130	222.8		430	116.1	42.9
140	211.2	113.4	440	122.4	
150	211.2		450	129.5	45.6
160	201.6	84.8	460	103.8	
170	174.9		470	112.8	51.5
180	164.6	101.9	480	99.9	
190	140.4		490	98.0	51.1
200	126.0	71.5	500	107.8	
210	111.0		510	100.4	51.5
220	102.5	56.6	520	90.1	
230	90.2		530	94.0	97.2
240	99.8	51.3	540	102.3	
250	91.2		550	108.9	109.0
260	117.8	41.4	560	105.1	
270	117.0		570	108.4	100.5
280	117.0	44.0	580	111.5	
290	115.2		590	117.2	
300	111.9	41.4	600	114.4	

zoet <40 mS/m
brak 40 - 100 mS/m
zout >100 mS/m

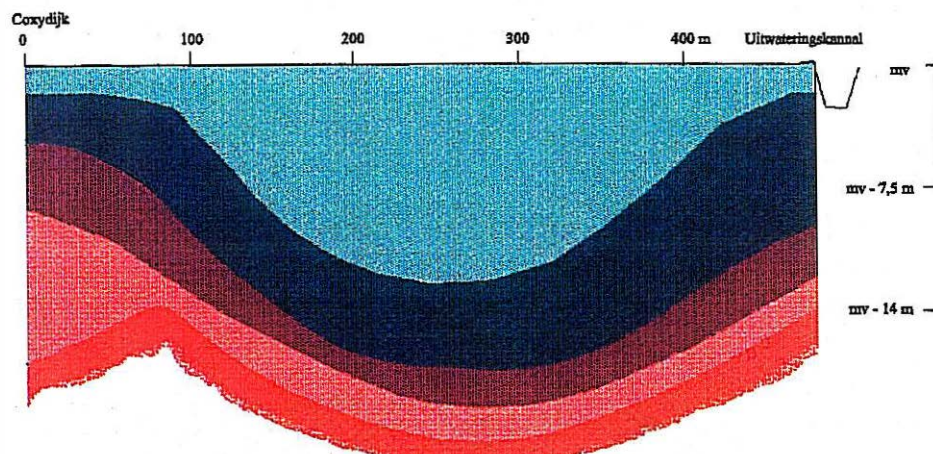
Tabel 2.7 gecorrigeerde meetwaarden profiel p6



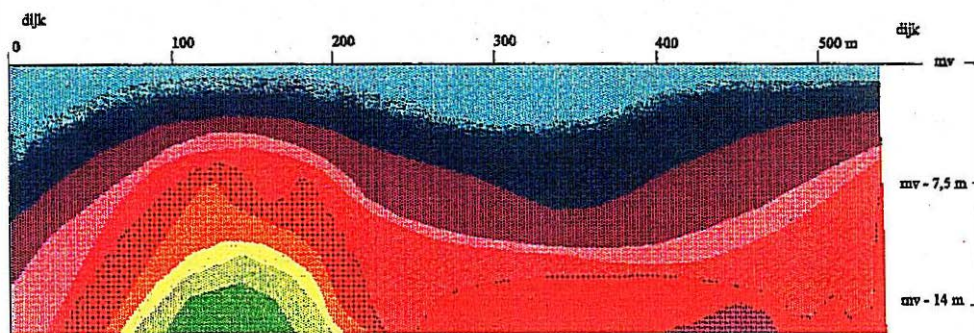
Figuur 2.7 conductiviteitsdoorsnede p1



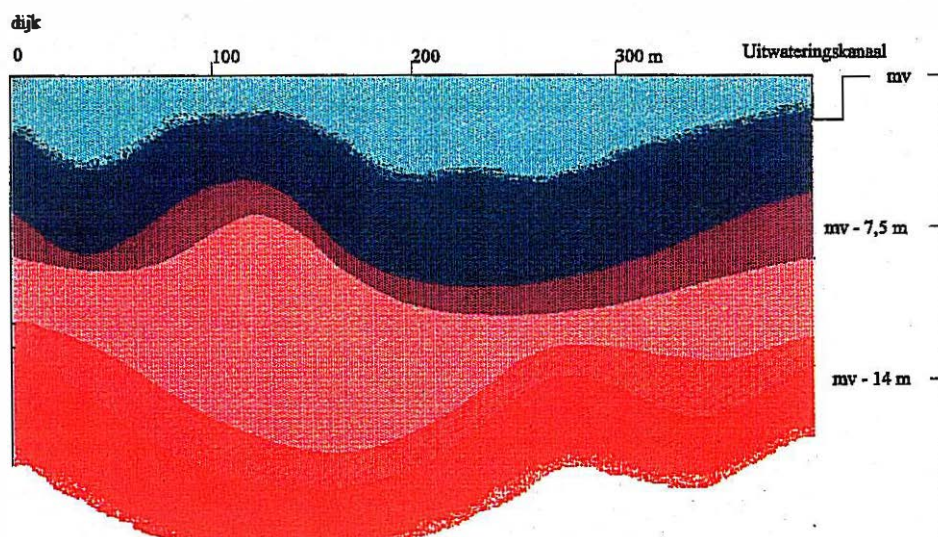
Figuur 2.8 conductiviteitsdoorsnede p2



Figuur 2.9 conductiviteitsdoorsnede p4



Figuur 2.10 conductiviteitsdoorsnede p5



Figuur 2.11 conductiviteitsdoorsnede p6



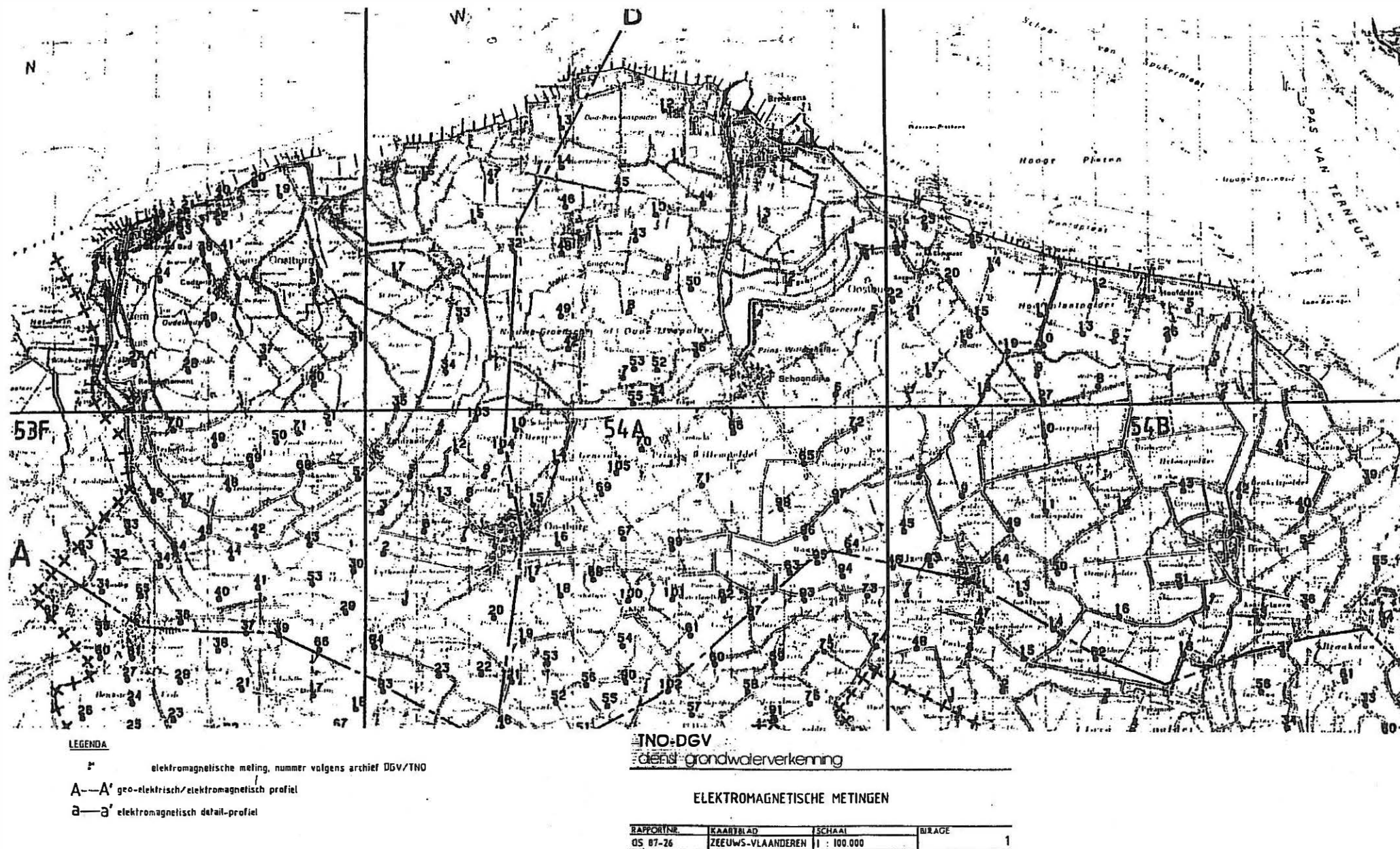
2.3 Bemerkingen

Bovenstaande doorsneden (Fig. 2.7 tot 2.11) werden opgesteld zonder rekening te houden met de soms belangrijke elektromagnetische inhomogeniteit langs de profiellijnen. De conductiviteitswaarden met spoelafstand 10, 20 en 40 m werden toegekend aan de arbitraire diepten 7.5, 15 en 30 m. De reële indringingsdiepte voor de drie spoelafstanden kan hiervan evenwel afwijken tengevolge van de wisselende elektromagnetische bouw en het voorkomen van sterk geleidende zones.

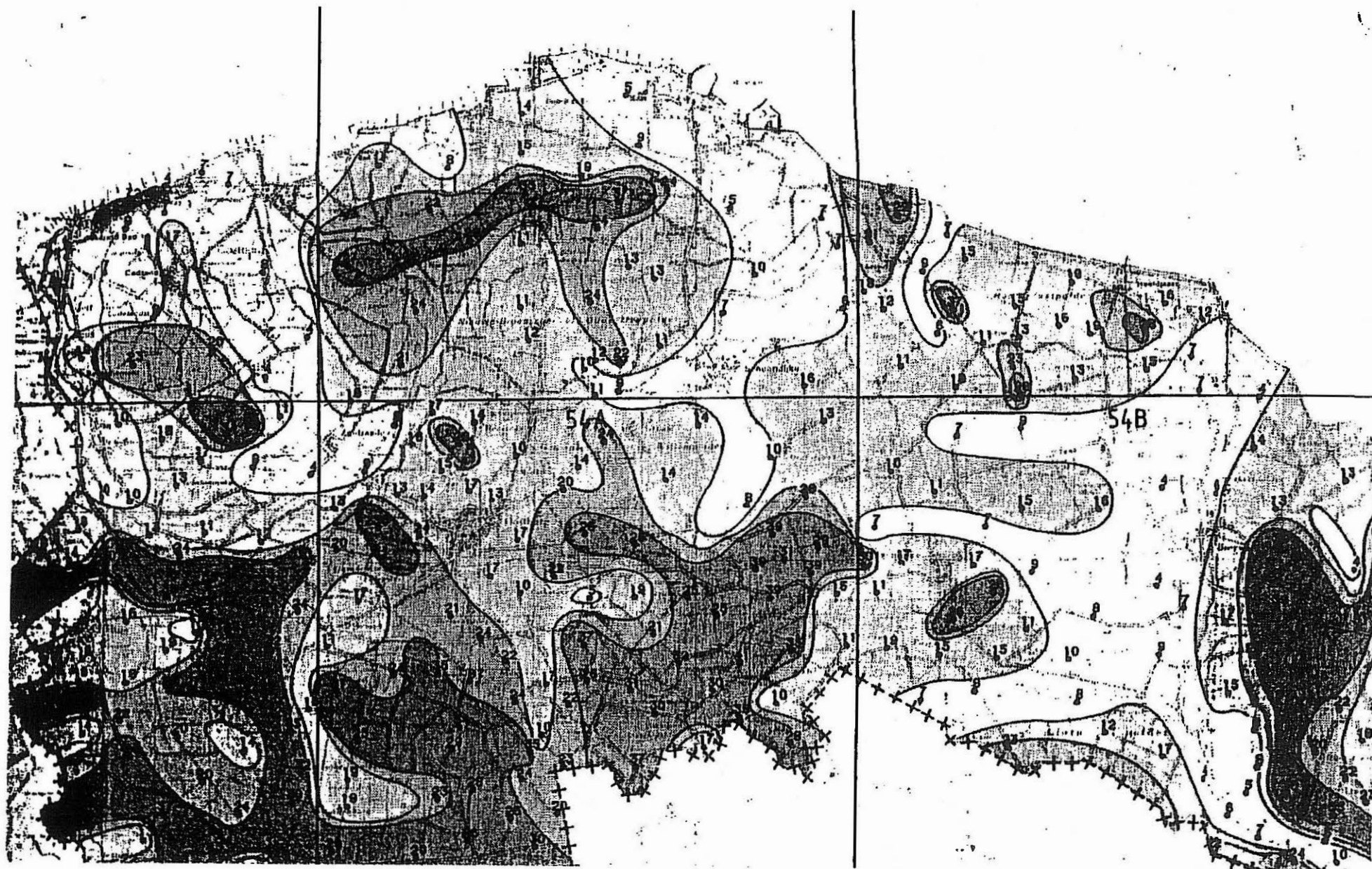
Bovenstaande doorsneden zijn evenwel nuttig om op een anschouwelijke manier de verzilting langs het profiel weer te geven. Elke interpretatie van de meetgegevens waarbij aan de spoelafstand een welbepaalde indringingsdiepte wordt toegekend veronderstelt een aantal belangrijke vereenvoudigingen en afwijkingen van de werkelijke toestand.

2.4 overige gegevens

Elektromagnetisch onderzoek in het studiegebied werd eveneens verricht voor het rapport OS 87-26 van TNO-DGV (VAN OVERMEEREN, 1987). Figuur 2.12 geeft de plaats van de elektromagnetische metingen (puntmetingen, geen profilering). Figuren 2.13, 2.14 & 2.15 geven de schijnbare soortelijke weerstand voor de verticale spoelen (horizontale dipool) met respectievelijke spoelafstanden 10, 20 & 40 m.



Figuur 2.12 Elektromagnetische metingen rapport OS 87-26 TNO-DGV (Van Overmeeren, 1987)


LEGENDA

● Elektromagnetische meting
schijnbare resistiviteit in Ω.m

> 25 ohm.m 11 - 19 ohm.m
 20 - 24 ohm.m < 10 ohm.m

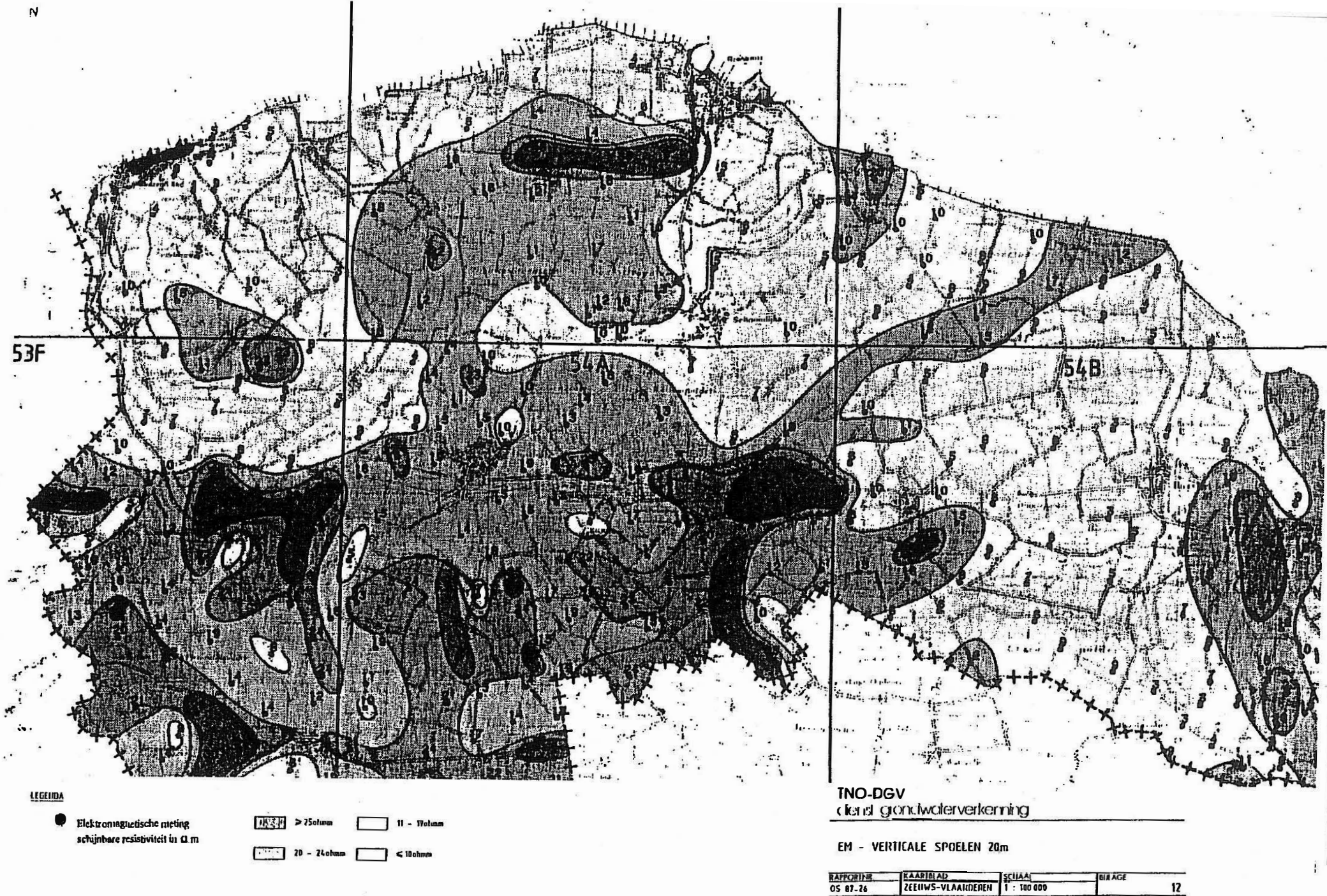
INO-DGV

(kaart op basis van de metingen)

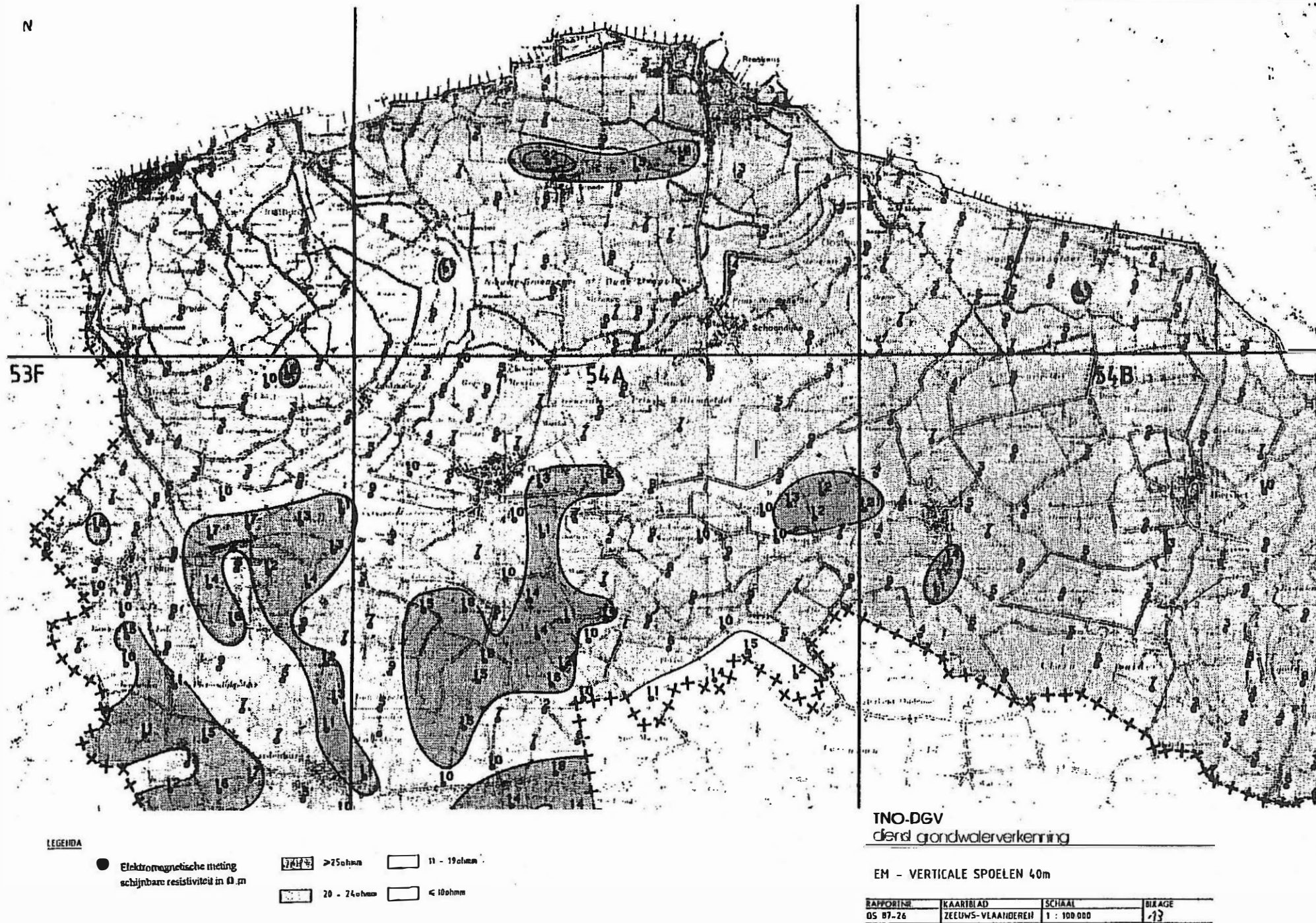
EM - VERTICALE SPOELEN 10m

RAFFORTIER	KAARTBLAD	SCHALAI	BIRAGE
05 07-26	ZITHWS-VLAAMIEREN	1 100 000	11

Figuur 2.13 EM - verticale spoelen 10m (Van Overmeeren, 1987)



Figuur 2.14 EM - verticale spoelen 20m (Van Overmeeren, 1987)



Figuur 2.15 EM - verticale spoelen 40m (Van Overmeeren, 1987)



3 Geo-elektrische sondering

3.1 Principe en uitvoering

Naar analogie met vroeger geo-elektrisch onderzoek in Zeeuws-Vlaanderen (VAN OVERMEEREN, 1987; DE BREUCK Et al., 1989; VERMOORTELT & DE BREUCK, 1993a en 1993b) werd in deze studie geopteerd voor de Schlumberger uitvoeringsmethode. De algemene principes worden hieronder besproken.

Volgens de Schlumberger elektroden-opstelling worden vier elektroden in een rechte lijn symmetrisch t.o.v. het middelpunt 0 in de grond geplaatst. De buitenste elektroden A en B vormen het stroom- (of zend-) circuit; de binnenste elektroden M en N vormen het potentiaal- (of ontvangst-) circuit. Via A en B wordt een gelijkstroom door de grond gestuurd waarvan de intensiteit (I) met een ampèremeter wordt gemeten. De stroom veroorzaakt een potentiaalveld, waarvan de vorm en de grootte bepaald wordt door de weerstand van de grond die ook functie is van het zoutgehalte. Tussen M en N wordt het potentiaalverschil ΔV gemeten. De schijnbare soortelijke weerstand (schijnbare resistiviteit) van de ondergrond wordt bepaald door:

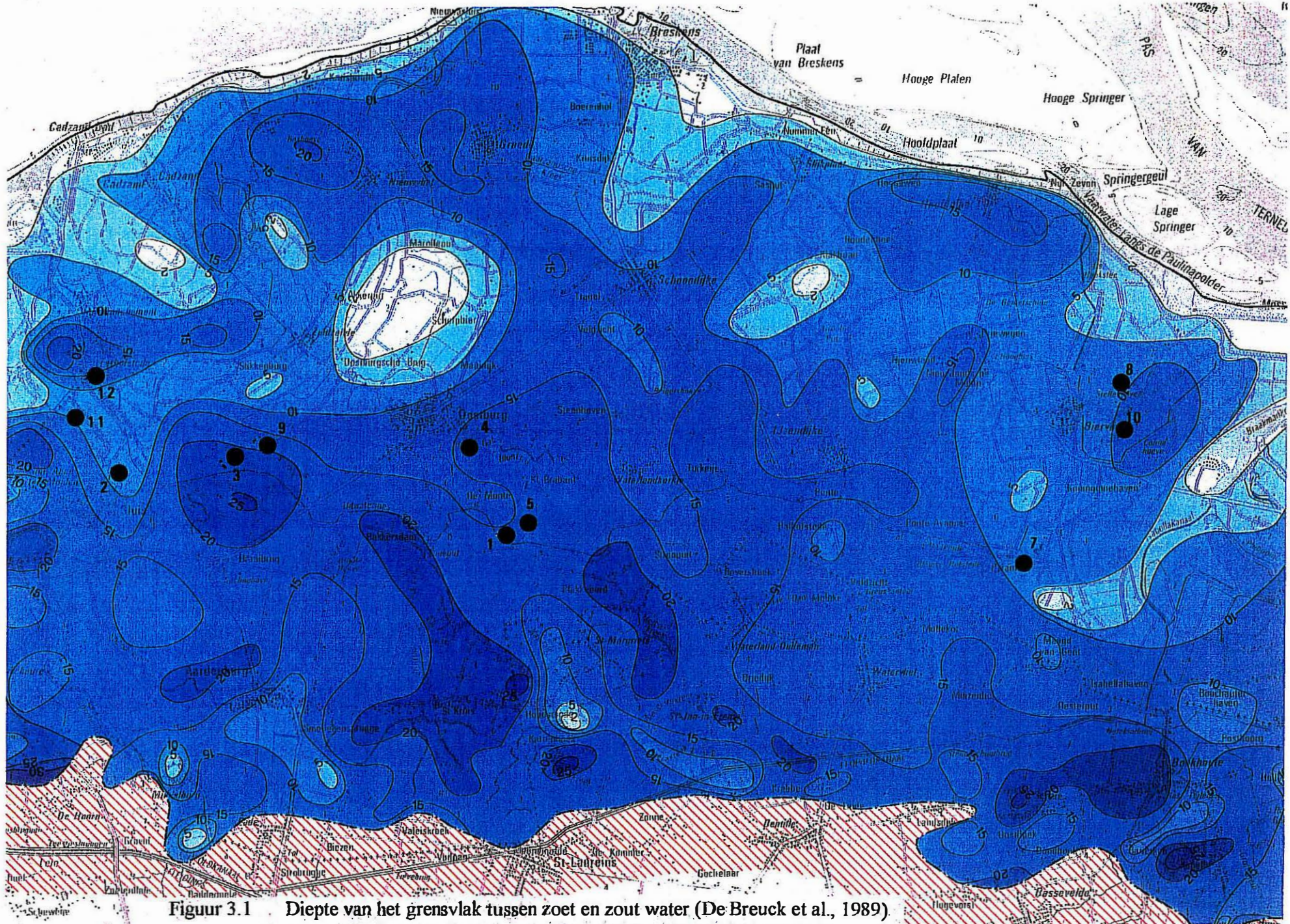
$$\rho = K \cdot \Delta \frac{V}{I}$$

De factor K wordt gegeven door de betrekking:

$$K = \pi \cdot \frac{L^2 - l^2}{4l}$$

met: L de afstand tussen potentiaalelektroden;
 l de afstand tussen stroomvoerende elektroden

De schijnbare resistiviteitswaarden worden dubbellogaritmisch t.o.v. de halve elektrodenafstand (L/2) uitgezet. De interpretatie van de schijnbare resistiviteitscurve gebeurde a.d.h. van standaardcurven opgesteld volgens de betrekking van HUMMEL en a.d.h. van een automatisch interpretatiesysteem. Via hulpcurven worden de resistiviteit van de lagen en hun respectievelijke dikte bepaald. De bekomen parameters worden ingevoerd in het computermodel, waarna men door verdere verfijning, een zo goed mogelijke overeenkomst tracht te bekomen tussen de gemeten schijnbare resistiviteitscurve en een theoretische curve, opgesteld a.d.h. van de parameters. De parameters, die men na verfijning bekomt, geven één mogelijk geofysisch model van de bodem.



Figuur 3.1 Diepte van het grensvlak tussen zoet en zout water (De Breuck et al., 1989) met aanduiding van de uitgevoerde sonderingen (s1-s5 & s7-s12).

3.2 Metingen en resistiviteitscurven

Figuur 1.1 geeft de ligging van de 11 uitgevoerde sonderingen (s1-s5 & s7-s12). De terreinmetingen (spanning en potentiaal) en de overeenstemmende schijnbare resistiviteitswaarden vindt men in Bijlage 3.1. Figuur 3.1 situeert de sondeerplaatsen t.o.v. de verziltingskaart (DE BREUCK et al, 1989). Figuren 3.2 tot 3.12 geven voor de 11 sondeerplaatsen, het verloop van de schijnbare resistiviteit met de halve elektrodenafstand ($L/2$) en de interpretatiecurve. In abscis is de halve afstand (in m) tussen de stroomelektroden uitgezet, in ordinaat de schijnbare resistiviteit (in $\Omega.m$).

3.3 Interpretatie

De soortelijke weerstand van de laag hangt af van:

- de soortelijke weerstand van de vloeistof in de poriën van het gesteente (afh. v/h zoutgehalte);
- de soortelijke weerstand van het vaste materiaal (afh. v/d litologie);
- de hoeveelheid vloeistof per volume eenheid.

In het rapport OS 87-26 van TNO-DGV (VAN OVERMEEREN, 1987) zijn enige voorbeelden gegeven van de meest voorkomende waarden in Nederland:

laag	soortelijke weerstand in $\Omega.m$
<i>algemeen</i>	
onverzadigd zand	300 - 1000
zand met zoet water	50 - 500
zand met brak water	5 - 50
zand met zout water	1 - 5
slibhoudend zand met zoet water	30 - 70
zandige klei met zoet water	20 - 60
klei	5 - 40

Tabel 3.1 soortelijke weerstandswaarden in Nederland

Voor de Klei van Boom en de Klei van Asse werden uit vroeger onderzoek (LTGH) respectievelijk 10-11 $\Omega.m$ en 9-10 $\Omega.m$ afgeleid.

De schijnbare weerstandskrommen worden ingedeeld in drie groepen, afhankelijk van de aanwezigheid en diepteligging van slecht-doorlatende kleilagen en watervoerende zandige pakketten (VAN OVERMEEREN, 1987). Onderstaande tabel 3.2 geeft het curvetype voor de metingen uitgevoerd in het bestek van deze studie.



s1	type Ib	s5	type II	s10	type IIIb
s2	type Ia	s7	type Ia	s11	type Ia
s3	type Ib	s8	type II	s12	type Ia
s4	type Ib	s9	type Ib		

Tabel 3.2 curvetype voor de nieuw uitgevoerde sonderingen (s1-s5 & s7-s12)

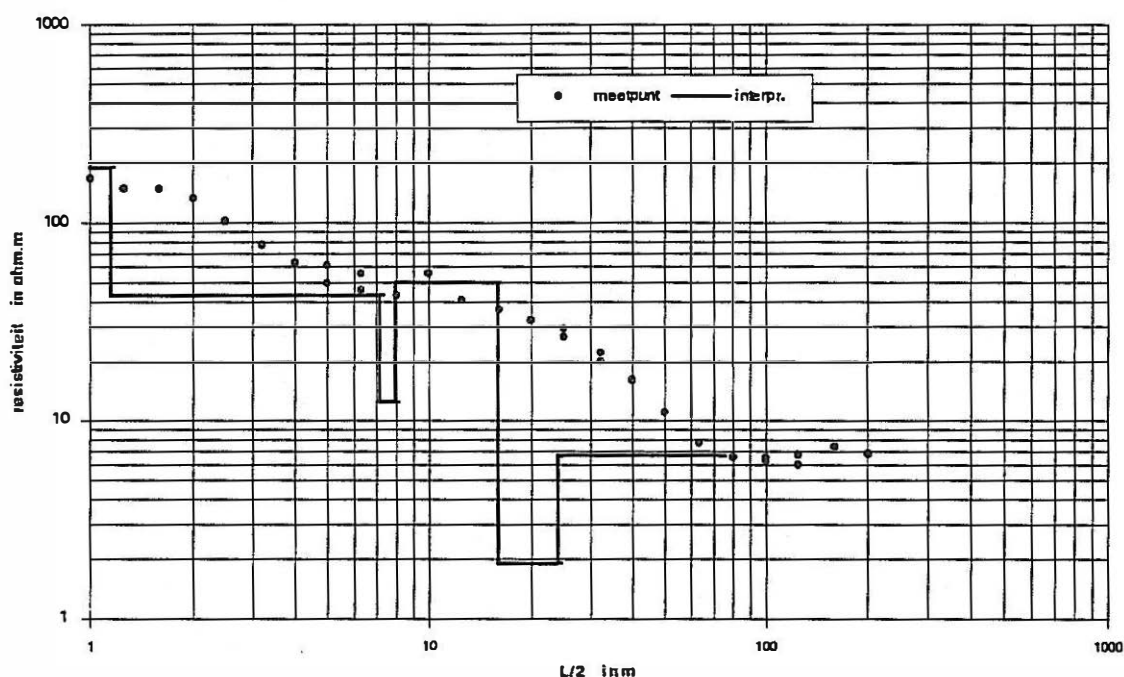
type Ia: zand-klei

type Ib: zand-klei

type II: zand-klei-zand (ondiepe watervoerende laag met zoet op zout water)

type IIIa: zand-klei-zand-klei (ondiepe watervoerende laag met zoet op zout water)

type IIIb: zand-klei-zand-klei (zoet)



Figuur 3.2 Geo-elektrische sondering S1

Sondeerplaats 1 ligt ten noorden van Passageule in de Nieuwe Passageulepolder (ingepolderd in 1788) nabij profiel p3 (zie 2.2). Het zoet-/zoutwater grensvlak zou volgens de verziltingskaart ca. 15 m onder het maaiveld liggen. Het meest nabijgelegen sondeerpunt, n° 23 OOSTBURG, toont een verziltingsgrens op 14.5 m diepte.

De interpretatie van de sondeercurve s1 geeft een diepte van 15.95 m voor de verziltingsgrens. De curve wijst van boven naar onderen op de volgende hydrologische bouw:

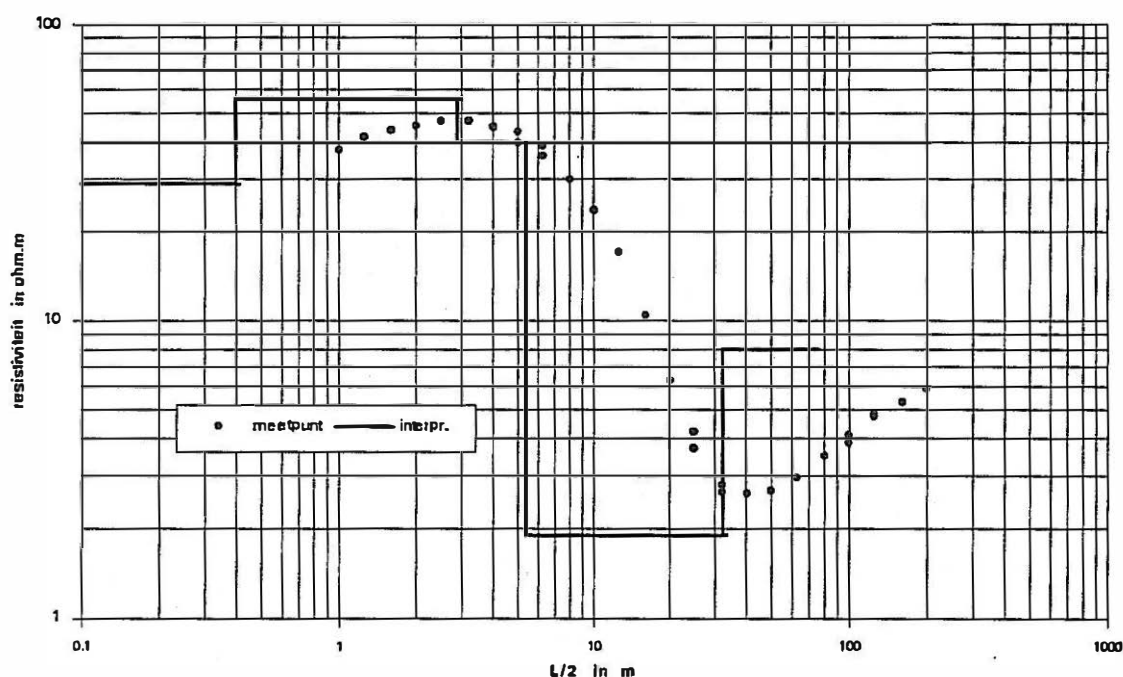
- vanaf het maaiveld tot 15.95 m diepte treft men een hoofdzakelijk zandig pakket met



zoet grondwater aan ($\rho=43\text{-}50 \text{ } \Omega\cdot\text{m}$); de grondwatertafel bevindt zich ca. 1.15 m onder het maaiveld ($\rho=190 \text{ } \Omega\cdot\text{m}$); tussen 7.15 en 7.95 m diepte komt een kleiig horizont voor ($\rho=12.5 \text{ } \Omega\cdot\text{m}$);

- vanaf 15.95 m diepte treft men een hoofdzakelijk zandig pakket aan met zout grondwater; deze laag is ca. 8 m dik ($\rho=1.9 \text{ } \Omega\cdot\text{m}$);
- op een diepte van 23.95 wordt een kleiig substraat aangetroffen, nl. de Klei van Asse ($\rho=6.7 \text{ } \Omega\cdot\text{m}$) (peil ca. -22 NAP).

De sonderingsresultaten stemmen overeen met deze van de profilering p3 en met de gegevens van vroegere metingen (DE BREUCK et al, 1989).



Figuur 3.3 Geo-elektrische sondering S2

Voor sondeerplaats s2 (Zwin Polder - ingepolderd in 1864) werd het zoet-/zoutwater grensvlak ca. 20 jaar geleden bepaald a.d.h. van de geo-elektrische sondering, n° 20 SLUIS. De interpretatie van deze sonderingscurve gaf toen een diepte van ca. 8 m-mv voor de grens van de verzilting. Volgens de verziltingskaart zou het grensvlak ter hoogte van het centrum van de huidige sondering tussen 5 en 10 m diepte liggen.

De interpretatie van de sondeercurve s2 geeft een diepte van 5.4 m voor de verziltingsgrens. Ten opzichte van 1974 (meting n°20) is de verzilting toegenomen; de vorm van de curve is evenwel gelijk gebleven. De curve wijst van boven naar onderen op de volgende hydrologi-



sche bouw:

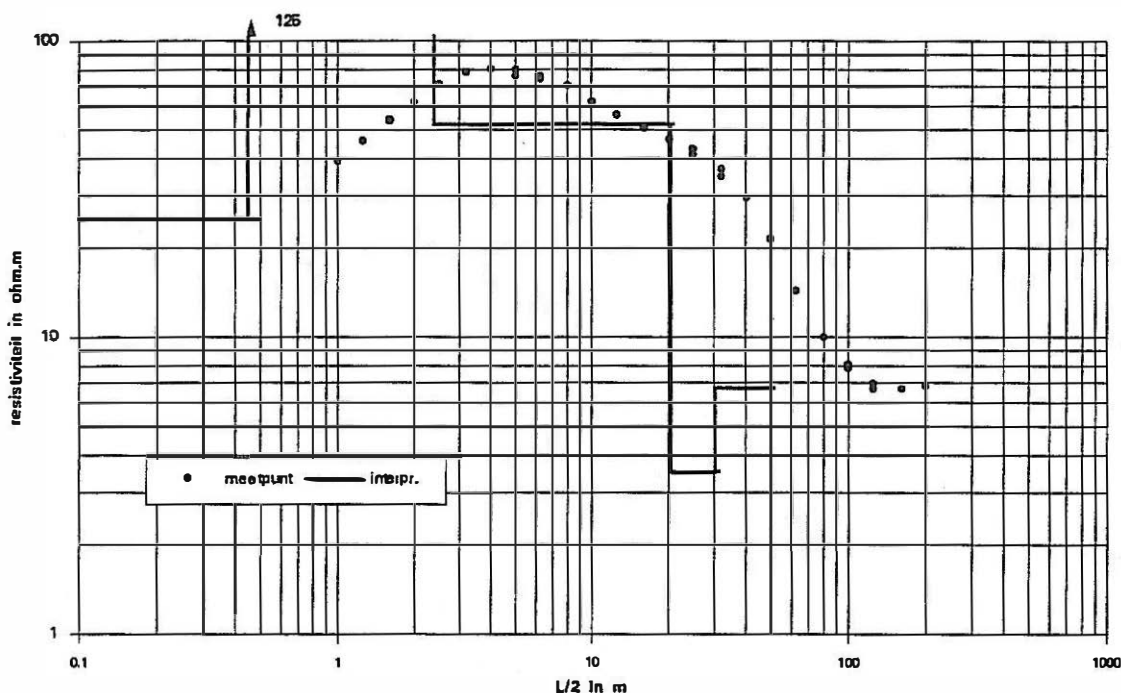
- aan het maaiveld een ca. 0.4 m dikke lemige zandlaag ($\rho=29 \Omega.m$);
- vanaf 0.4 tot 5.4 m diepte een hoofdzakelijk zandige laag met zoet grondwater ($\rho=56-40 \Omega.m$);
- vanaf 5.4 m diepte een hoofdzakelijk zandige laag met zout grondwater; deze laag is ca. 27 m dik ($\rho=1.9 \Omega.m$);
- op 32.4 m diepte ligt de top van de Klei van Asse ($\rho=8.0 \Omega.m$) (peil ca. -30 NAP).

Sondeerplaats s3 ligt in de Diomedepolder (ingepolderd in 1827). Ca. 500 m ten westen van het centrum van s3 werd het zoet-/zoutwater grensvlak reeds vroeger bepaald door de meting n° 19 SLUIS (DE BREUCK et al, 1989). De verziltingsgrens lag voor dit meetpunt op ca. 25 m diepte. Volgens de verziltingskaart ligt het grensvlak nabij het centrum van de huidige sondeerplaats tussen 20 en 25 m diepte.

De interpretatie van de huidige sondeercurve geeft een diepte van 20.4 m voor het zoet-/zoutwatergrensvlak. De curve wijst van boven naar onderen op de volgende hydrologische bouw:

- aan het maaiveld een ca. 0.45 m dikke zandige leemlaag ($\rho=25 \Omega.m$);
- vanaf 0.45 tot 2.4 m diepte een droge zandlaag ($\rho=125 \Omega.m$);
- tussen 2.4 en 20.4 m diepte een hoofdzakelijk zandige eenheid met zoet grondwater ($\rho=52 \Omega.m$);
- tussen 20.4 en 30.4 m diepte een hoofdzakelijk zandige eenheid met zout grondwater ($\rho=3.5 \Omega.m$);
- vanaf 30.4 m diepte komt de top van de Klei van Asse voor ($\rho=6.7 \Omega.m$).

Sondering s3 ligt in het midden van profilering p4, waar de dikte van het bovenste zoetwaterpakket het grootst is. Beide metingen geven een gelijkaardig resultaat.



Figuur 3.4 Geo-elektrische sondering S3

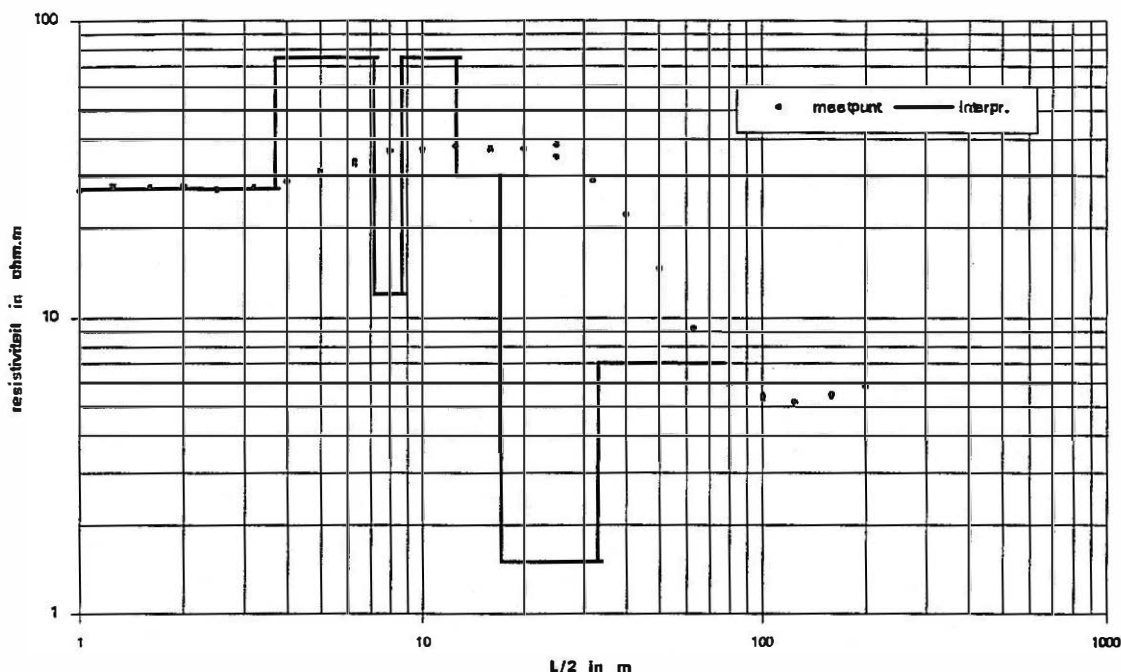
Het centrum van sondering s4 bevindt zich ten zuiden van het Groote Gat aan het begin van het elektromagnetisch profiel p2. De ondergrond bestaat er hoofdzakelijk uit kleiig kreekopvullingsmateriaal rustend op zand. Volgens de verziltingskaart zou het zoet-/zoutwater grensvlak tussen 15 en 20 m diepte liggen (rond 15 m). Op deze plaats werd nog geen sondering verricht; de dichtstbijzijnde meting draagt het n° 24 OOSTBURG, ca. 500 m verder zuidwaarts. In 1974 werd op deze plaats de verziltingsgrens op een diepte van 16.6 m gemeten.

De interpretatie van de huidige sondeercurve geeft een diepte van 17.1 m voor het zoet-/zoutwatergrensvlak. De curve wijst van boven naar onderen op de volgende hydrologische bouw:

- vanaf het maaiveld tot ca. 3.7 m een zandige leemlaag ($\rho=27 \Omega.m$);
- van 3.7 tot 12.6 m diepte een hoofdzakelijk zandige eenheid met zoet grondwater ($\rho=75 \Omega.m$); tussen 7.2 en 8.7 m diepte een ca. 1.5 m dikke kleilaag ($\rho=12 \Omega.m$);
- tussen 12.6 en 17.1 m diepte een hoofdzakelijk zandige eenheid met brak grondwater ($\rho=30 \Omega.m$);
- tussen 17.1 en 33.1 m diepte een hoofdzakelijk zandige eenheid met zout grondwater ($\rho=1.5 \Omega.m$);
- vanaf 33.1 m diepte komt de top van de Klei van Asse voor ($\rho=7 \Omega.m$).

De resultaten van de sondering en de profilering (p2) zijn in overeenstemming met elkaar en

met de verziltingskaart.



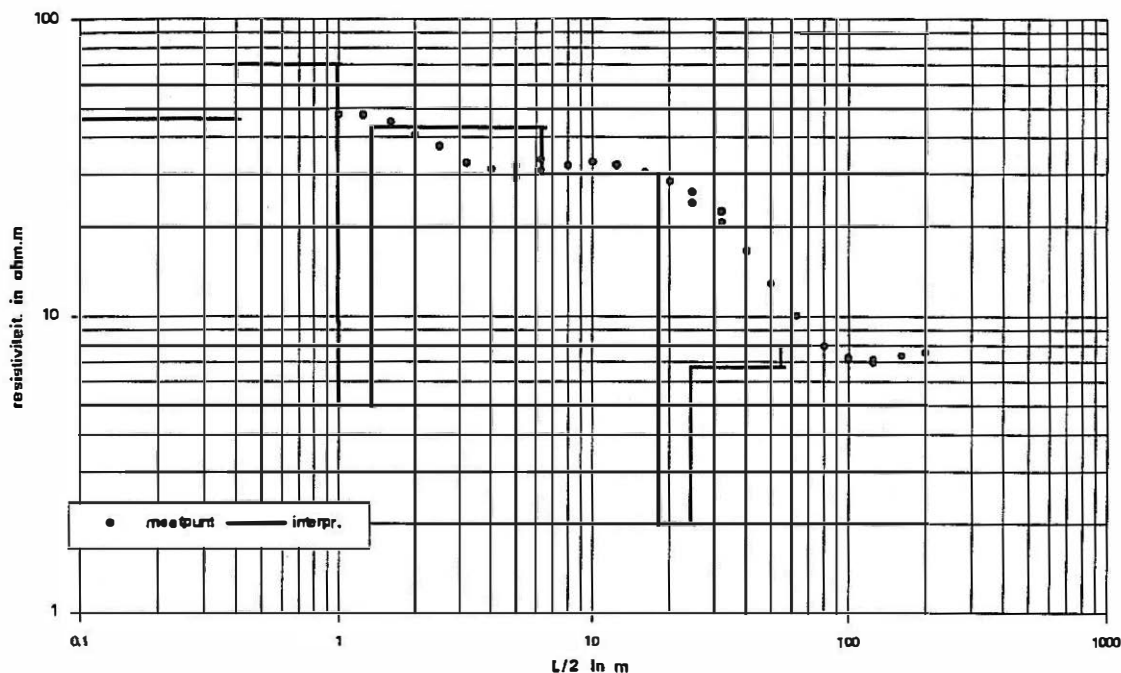
Figuur 3.5 Geo-elektrische sondering S4

Sondering s5 ligt in de Van der Bekepolder (ingepolderd in 1772). De ondergrond bestaat er hoofdzakelijk uit schorreafzettingen op zand. Volgens de verziltingskaart zou het zoet-/zoutwatergrensvlak tussen 15 en 20 m diepte liggen (rond 17 m). Op deze plaats werd nog geen sondering verricht; de dichtstbijzijnde meting is n° 19 OOSTBURG, ca. 500 m verder zuidwestwaarts. In 1974 werd op deze plaats een diepte van 17 m gemeten voor de verziltingsgrens.

De interpretatie van de sondeercurve geeft een diepte van 18.35 m voor het zoet-/zoutwatergrensvlak. De curve wijst van boven naar onderen op de volgende hydrolitologische bouw:

- vanaf het maaiveld tot ca. 1 m een zandige leem of lemige zandlaag ($\rho=46-70 \Omega \cdot m$);
- van 1 tot 1.35 m diepte een kleiige laag ($\rho=5 \Omega \cdot m$);
- tussen 1.35 en 6.35 m diepte een hoofdzakelijk zandige eenheid met zoet grondwater ($\rho=43 \Omega \cdot m$);
- tussen 6.35 en 18.35 m diepte een hoofdzakelijk zandige eenheid met brak grondwater ($\rho=30 \Omega \cdot m$);
- tussen 18.35 en 24.35 m diepte een hoofdzakelijk zandige laag met zout grondwater ($\rho=2 \Omega \cdot m$);

- vanaf 34.35 m diepte komt de Klei van Asse voor ($\rho=6.7 \Omega.m$).

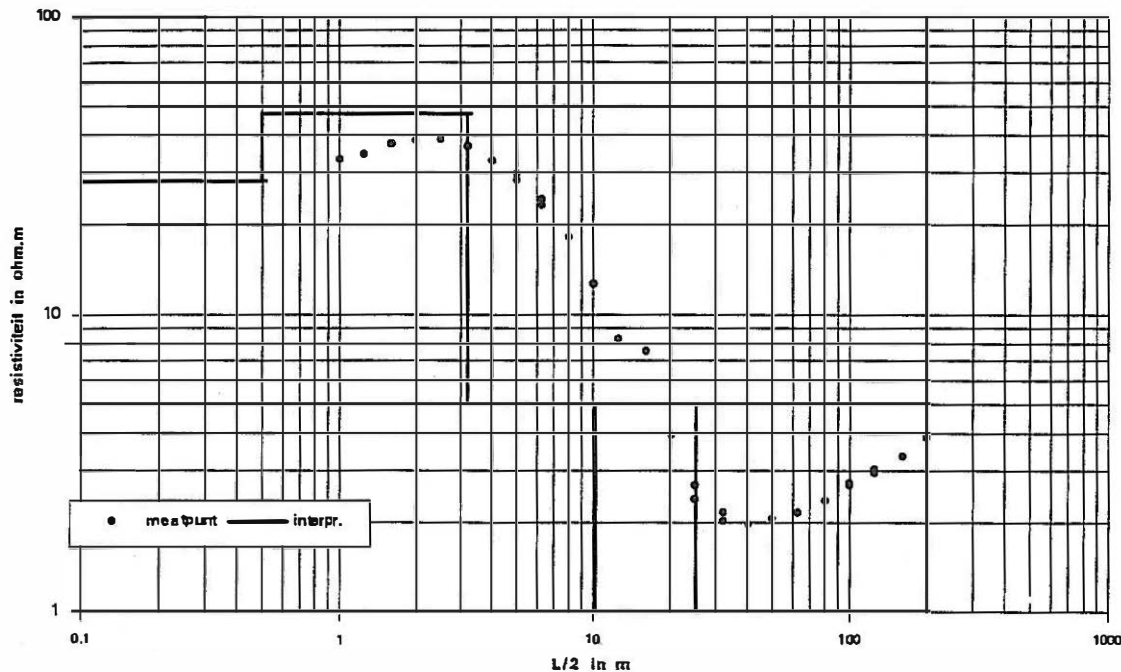


Figuur 3.6 Geo-elektrische sondering S5

Sondering s7 ligt in de Clarapolder, aan de voet van een ca. 3 m hoge dijk "omgeving Pyramide" (ingepolderd in 1650). De ondergrond bestaat er hoofdzakelijk uit kreekopvulling, licht tot zware zavel rustend op zand. Volgens de verziltingskaart zou het zoet-/zoutwater grensvlak tussen 5 en 10 m diepte liggen (rond 7 m). Op deze plaats werd nog geen sondering verricht;

De interpretatie van de sondeercurve geeft een diepte van 10.2 m voor het zoet-/zoutwater-grensvlak. De curve wijst van boven naar onderen op de volgende hydrologische bouw:

- vanaf het maaiveld tot ca. 0.5 m een lemige, kleiige laag ($\rho=20 \Omega.m$);
- van 0.5 tot 3.2 m diepte een hoofdzakelijk zandige laag met zoet grondwater ($\rho=47 \Omega.m$);
- tussen 3.2 en 10.2 m diepte een hoofdzakelijk zandige eenheid met brak grondwater ($\rho=5 \Omega.m$);
- tussen 10.2 en 25.2 m diepte een hoofdzakelijk zandige eenheid met zout grondwater ($\rho=1 \Omega.m$);
- vanaf 25.2 m diepte een kleiige laag - top Klei van Watervliet ($\rho=5 \Omega.m$).



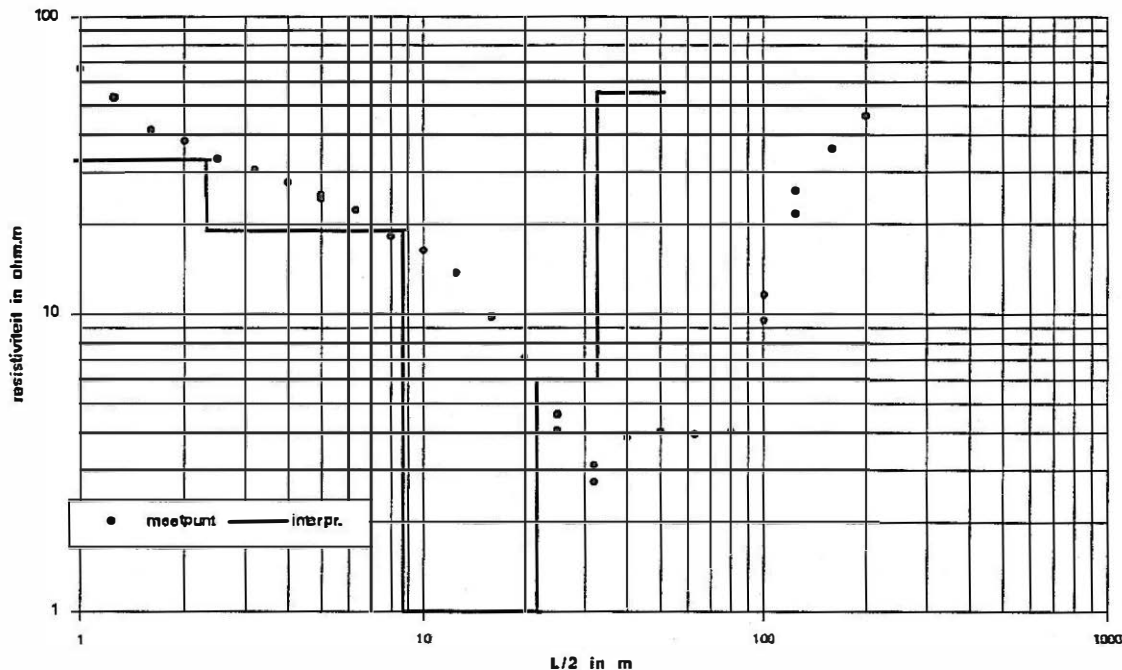
Figuur 3.7 Geo-elektrische sondering S7

Sondering s8 ligt in de Van Beukelspolder (ingepolderd in 1804). De ondergrond bestaat er hoofdzakelijk uit kreekopvulling, zware zavel, rustend op zand. Volgens de verziltingskaart zou het zoet-/zoutwatergrensvlak tussen 5 en 10 m diepte liggen (rond 10 m). Op deze plaats werd tot op heden geen sondering verricht; de dichtstbijzijnde meting is n° 27 IJZENDIJK ca. 500 m verder noordoostwaarts. In 1974 werd op deze plaats voor de verziltingsgrens een diepte van 10.4 m gemeten.

De interpretatie van de sondeercurve geeft een diepte van 8.72 m voor het zoet-/zoutwatergrensvlak. De curve wijst van boven naar onderen op de volgende hydrolitologische bouw:

- vanaf het maaiveld tot ca. 0.32 m een droge zandige laag ($\rho=180 \Omega.m$);
- vanaf 0.32 tot ca. 2.32 m diepte een lemige zandlaag met zoet of brak grondwater ($\rho=33 \Omega.m$);
- vanaf 2.32 tot 8.72 m diepte een zandige tot lemige laag met brak grondwater ($\rho=19 \Omega.m$);
- vanaf 8.72 m diepte een ca. 13 m dikke hoofdzakelijk zandige laag met zout grondwater ($\rho=1 \Omega.m$);
- tussen 21.72 en 32.72 een ca. 11 m dikke kleilaag (Klei van Boom) ($\rho=6 \Omega.m$);
- vanaf 32.72 m diepte een hoofdzakelijk zandige laag met zoet (of brak) grondwater ($\rho=55 \Omega.m$) (oligocene watervoerende laag).

De waarnemingen aan het einde van de kromme ($L/2 > 32\text{m}$) werden gestoord door de aanwezigheid van een geleider in de ondergrond. Voor de bepaling van de diepte van de verzilting is de meting zeker bruikbaar. De interpretatie met betrekking tot het voorkomen van de Klei van Boom (diepte top en basis) en van oligocene watervoerende laag is mede beïnvloed door de storing en bijgevolg weinig betrouwbaar.



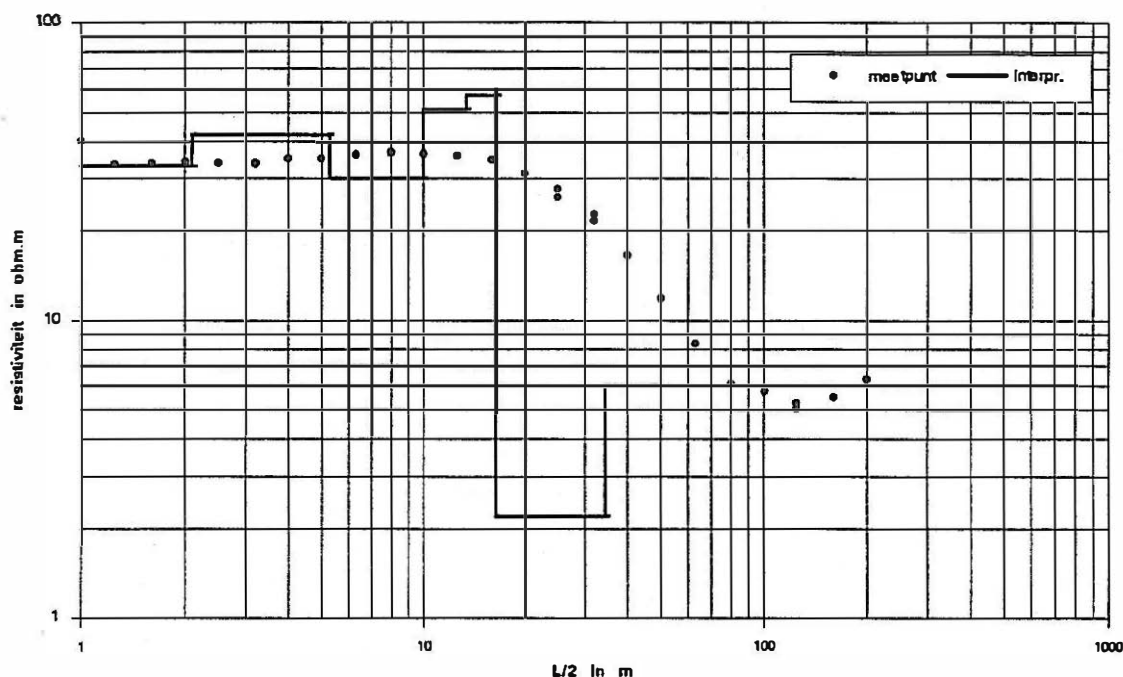
Figuur 3.8 Geo-elektrische sondering S8

Sondering s9 ligt in de Vijfhonderdbeoosten in Eede polder (ingepolderd in 1650) nabij de Konijnenberg, op een dijk (ca. 0.5 m hoger gelegen dan de omringende akkers en weilanden). De ondergrond is er sterk gevarieerd; in de buurt van de meting bestaat hij hoofdzakelijk uit kreekvulling op zand. Volgens de verziltingskaart zou het zoet-/zoutwatergrensvlak tussen 15 en 20 m diepte liggen. Net ten zuiden van de sondeerplaats werd vroeger een sondering verricht, meting n° 18 SLUIS; hier werd een diepte van 22.5 m gemeten voor de verziltingsgrens.

De interpretatie van de sondeercurve geeft een diepte van 16.4 m voor het zoet-/zoutwatergrensvlak. De curve wijst van boven naar onderen op de volgende hydrolitologische bouw:

- vanaf het maaiveld tot ca. 2.1 m een zand/leemlaag ($\rho=33 \Omega.m$);
- tussen 2.1 en 5.3 m diepte een hoofdzakelijk zandige laag met zoet grondwater ($\rho=42 \Omega.m$);

- tussen 5.3 en 10 m diepte een zand/leemlaag met zoet grondwater ($\rho=30 \Omega.m$);
- tussen 10 en 16.4 m diepte een hoofdzakelijk zandige laag met zoet grondwater ($\rho=51-57 \Omega.m$);
- vanaf 16.4 tot ca. 34.4 m diepte een hoofdzakelijk zandige laag met zout grondwater ($\rho=2.2 \Omega.m$);
- vanaf 34.4 m diepte een kleilaag ($\rho=6 \Omega.m$) (Top Klei van Asse).



Figuur 3.9 Geo-elektrische sondering S9

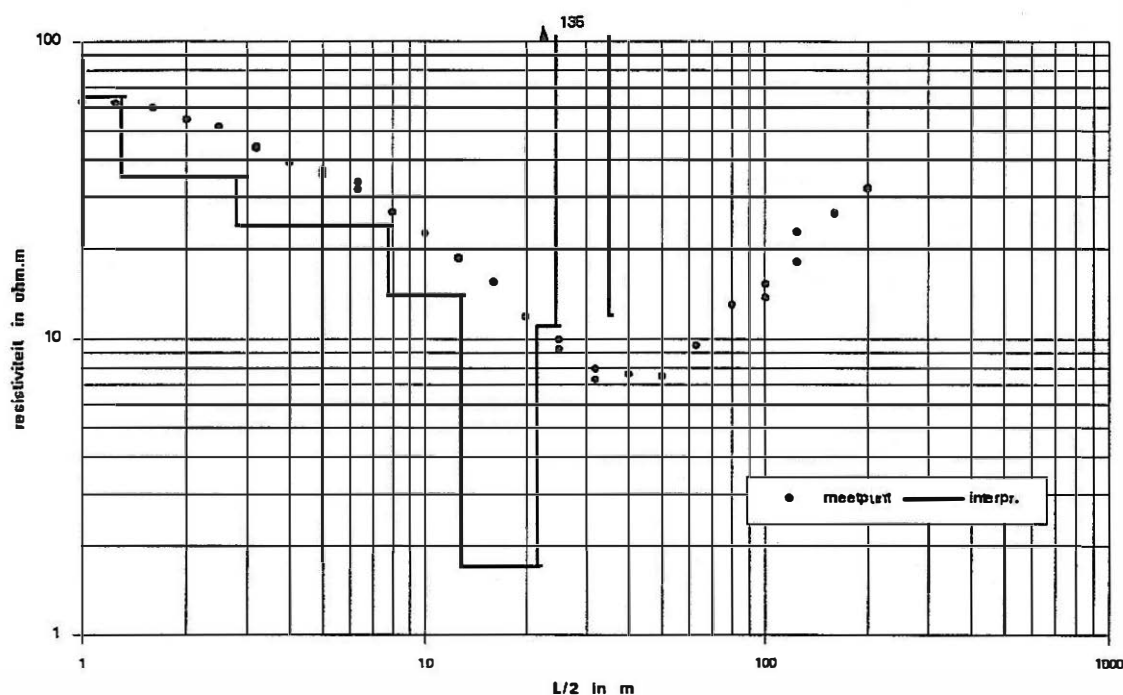
Sondering s10 ligt in de Elisabethpolder (ingepolderd in 1866) langs de Betteweg. De ondergrond bestaat er uit kreekopvulling (lichte zavel) op zand. Volgens de verziltingskaart zou het zoet-/zoutwatergrensvlak tussen 10 en 15 m diepte liggen (ca. 12 m). Op deze plaats werd geen sondering verricht; de dichtstbijzijnde sondeerplaats is n° 21 IJZENDIJK, met een verziltingsdiepte van 14.5 m.

De interpretatie van de sondeercurve geeft een diepte van 12.8 m voor het zoet-/zoutwatergrensvlak. De curve wijst van boven naar onderen op de volgende hydrolitologische bouw:

- vanaf het maaiveld tot ca. 1.3 m een droge, hoofdzakelijk zandige laag ($\rho=65 \Omega.m$);
- tussen 1.3 en 7.8 m diepte een leem- zand complex met vermoedelijk zoet grondwater ($\rho=24-35 \Omega.m$);
- tussen 7.8 en 12.8 m diepte een zand- of zand/leemlaag met brak grondwater

- ($\rho=14 \Omega.m$);
- tussen 12.8 en 20.5 m diepte een hoofdzakelijk zandige laag met zout grondwater ($\rho=1.7 \Omega.m$);
- tussen 20.5 tot ca. 23.5 m diepte een hoofdzakelijk kleiige laag ($\rho=11 \Omega.m$) (Klei van Watervliet);
- vanaf 23.5 m diepte een hoofdzakelijk zandige laag met zoet grondwater ($\rho=135 \Omega.m$) (oligocene watervoerende laag).

De zeer hoge waarde voor de oligocene watervoerende laag is vermoedelijk het gevolg van de invloed van de diepere lagen. De zwak dalende curve wordt veroorzaakt door de geleidelijke toename van het zoutgehalte met de diepte.



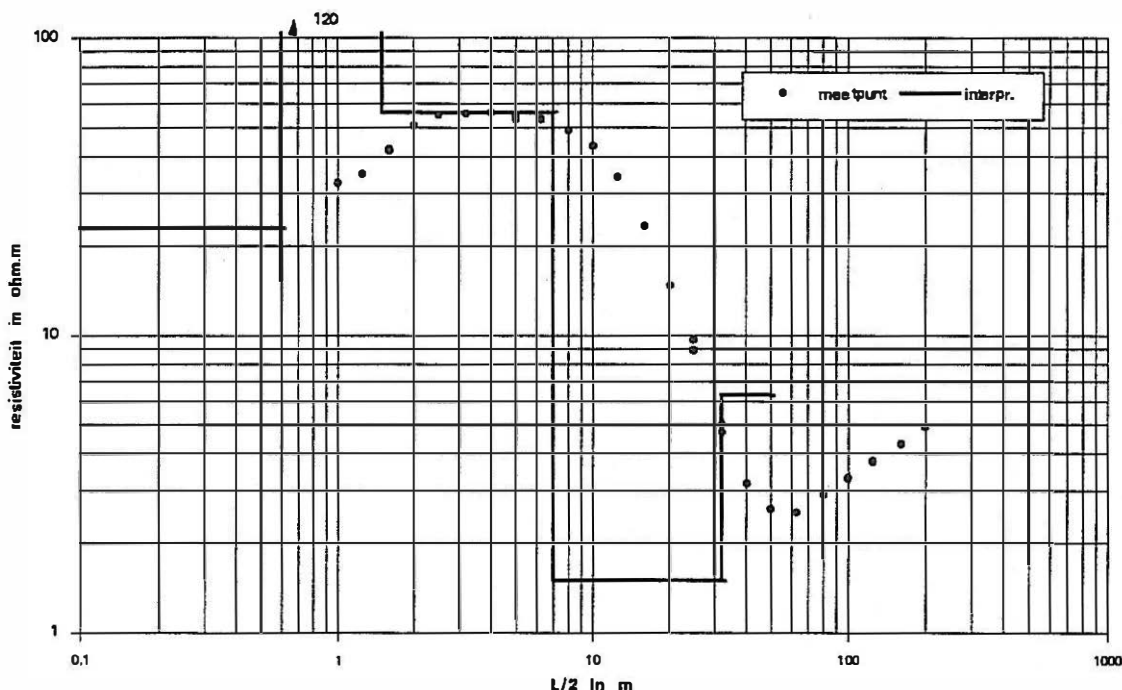
Figuur 3.10 Geo-elektrische sondering S10

Sondering s11 ligt in de Kleine Pas- of Waesbergpolder (ingepolderd in 1795) en loopt evenwijdig aan een NW-ZE gerichte dijk. Het centrum van de sondering valt samen met het begin van het elektromagnetisch profiel p5. De ondergrond bestaat er uit kreekopvullingsmateriaal met lichte tot zware klei op zand. Volgens de verziltingskaart zou het zoet-/zoutwatergrensvlak tussen 5 en 10 m diepte liggen (ca. 10 m). Dicht bij s11, ca. 200 m ver op profiellijn p5, werd vroeger een sondering verricht, n° 4 SLUIS. Op deze plaats bedroeg de verziltingsdiepte 10.2 m.

De interpretatie van de sondeercurve geeft een diepte van 7 m voor het zoet-/zoutwatergrensvlak. De curve wijst van boven naar onderen op de volgende hydrologische bouw:

- vanaf het maaiveld tot ca. 0.6 m diepte een droge, kleiige-, lemige laag ($\rho=23 \Omega.m$);
- tussen 0.6 en 1.5 m diepte een droge, zandige laag ($\rho=120 \Omega.m$);
- tussen 1.5 en 7 m diepte een hoofdzakelijk zandige laag met zoet grondwater ($\rho=56 \Omega.m$);
- tussen 7 en 32 m diepte een hoofdzakelijk zandige laag met zout grondwater ($\rho=1.5 \Omega.m$);
- vanaf 32 m diepte een kleilaag ($\rho=6.3 \Omega.m$) (top Klei van Asse).

De ondiepe verzilting die hier zou voorkomen volgens de verziltingskaart wordt bevestigd zowel door de sondering (ca. 7 m) als door de elektromagnetische profilering (ca. 7.5 m). Volgens deze laatste (zie 2.2) zou de verzilting in de buurt van de noordoostelijke dijk (begin profilering) ondiep voorkomen en verder van de dijk wordt de dikte van het zoetwaterpakket belangrijk.



Figuur 3.11 Geo-elektrische sondering S11

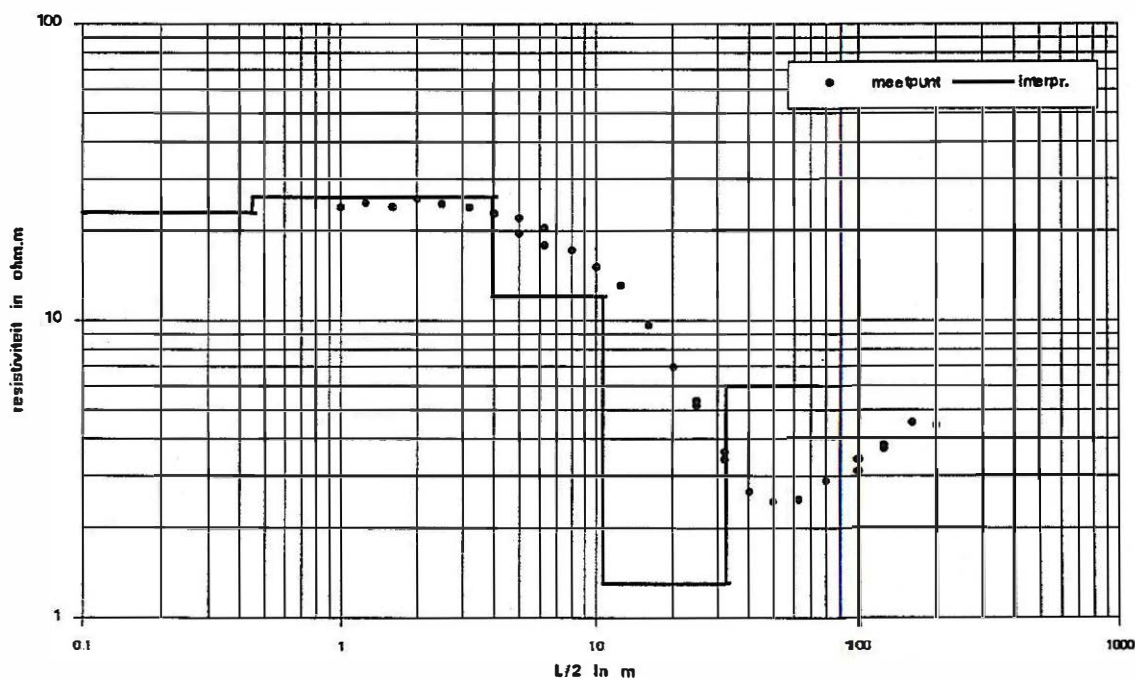
Sondering s12 ligt in de Zwinpolder (ingepolderd in 1864) langs de Schenkelweg. Het centrum van de sondering ligt ca. 200 m ten noordwesten van het begin van het elektromagnetisch profiel p6. De ondergrond bestaat er uit kreekopvullingsmateriaal met een gevarieerde bovengrond op zand. Volgens de verziltingskaart zou het zoet-/zoutwatergrensvlak ter hoogte van het centrum van de sondering op 10 m diepte liggen, ter hoogte van het noordelijkste meetpunt op ca. 15 m diepte en ter hoogte van het meest zuidelijke meetpunt op ca. 8 m diepte. Het dichtstbijzijnde sonderingspunt bevindt zich ca. 400 m naar het noorden van s12; sondering n° 1 SLUIS. Op deze plaats bedroeg de verziltingsdiepte 16.4 m.



De interpretatie van de sondeercurve geeft een diepte van 10.65 m voor het zoet-/zoutwater-grensvlak. De curve wijst van boven naar onderen op de volgende hydrolitologische bouw:

- vanaf het maaiveld tot ca. 3.95 m diepte een leemlaag of een zandlaag met brak grondwater ($\rho=23-26 \Omega.m$);
- tussen 3.95 en 10.65 m diepte een hoofdzakelijk zandige laag met brak grondwater ($\rho=12 \Omega.m$);
- tussen 10.65 en 32.65 m diepte een hoofdzakelijk zandige laag met zout grondwater ($\rho=1.3 \Omega.m$);
- vanaf 32.65 m diepte een kleilaag ($\rho=6 \Omega.m$) (top Klei van Asse).

De relatief ondiepe verzilting volgens de verziltingskaart wordt bevestigd door de sondering (ca. 10 m) ; volgens de elektromagnetische profilering zou de verzilting dieper voorkomen. De afstand tussen het sondeerpunt (centrum) en de profilering ligt hoogstwaarschijnlijk aan de basis van de afwijkende resultaten



Figuur 3.12 Geo-elektrische sondering S12



3.4 Verziltingsdiepte

De volgende tabel synthetiseert de belangrijkste resultaten van het geo-elektrisch onderzoek.

sondering n°	diepte zoet-/zoutwatergrensvlak (m)	diepte top kleilaag (m)
s1	15.9	23.9 A
s2	5.4	32.4 A
s3	20.4	30.4 A
s4	17.1	33.1 A
s5	18.3	34.3 A
s7	10.2	25.2 W
s8	8.7	21.7 B
s9	16.4	34.4 A
s10	12.8	20.5 W
s11	7.0	32.0 A
s12	10.6	32.6 A

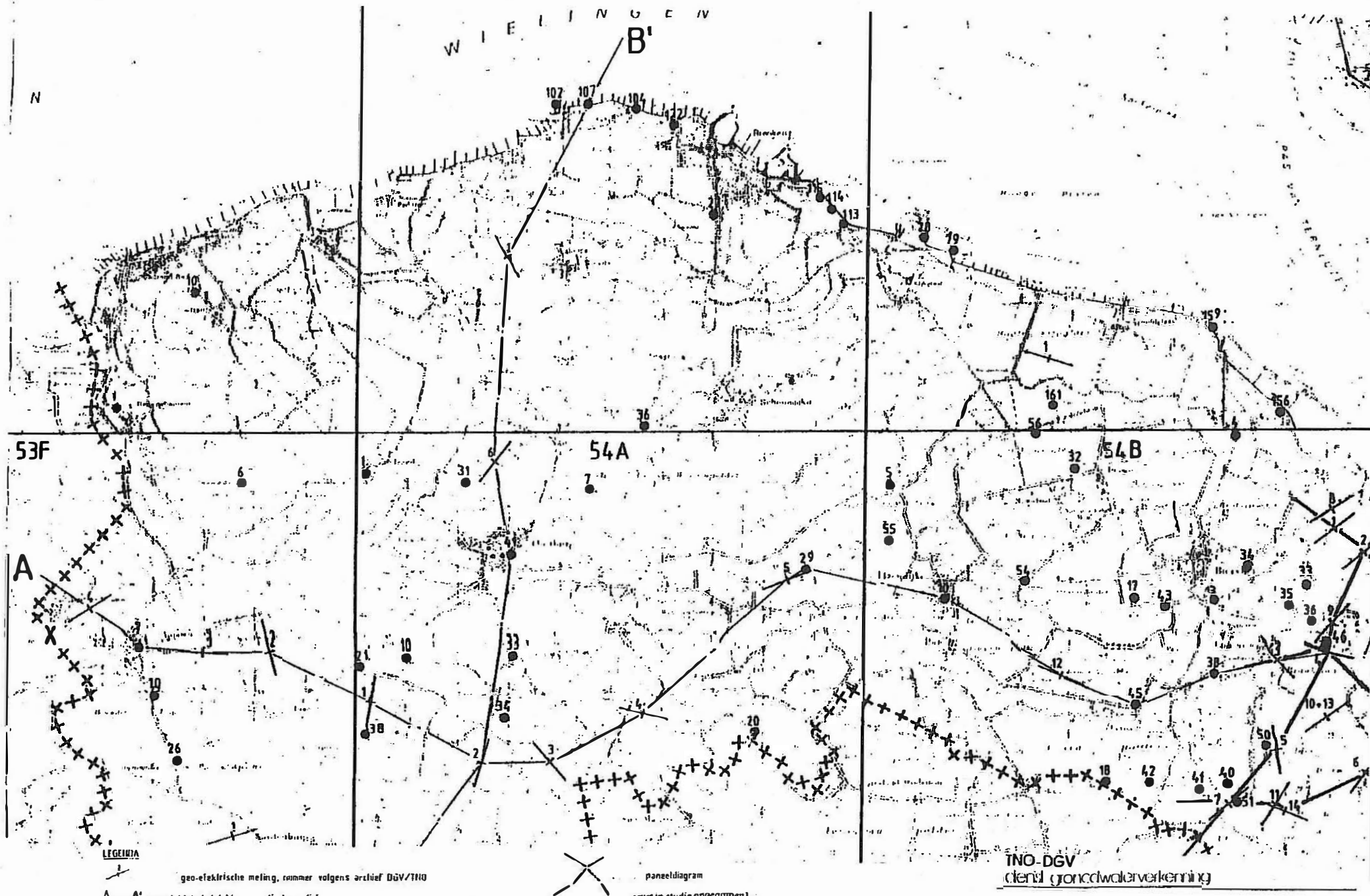
B: Klei van Boom W: Klei van Watervliet A: Klei van Asse

Tabel 3.3 Belangrijkste conclusies uit de geo-elektrische sonderingen.

Sonderingen en profileringen leiden tot gelijkaardige resultaten op te leveren wat betreft de bepaling van de diepte van het zoet-/zoutwatergrensvlak. Ook t.o.v. de verziltingskaart (DE BREUCK et al, 1989) geven beide methodes gelijklopende resultaten. Bijgevolg kan men ervan uitgaan dat de gegevens van de verziltingskaart, althans voor wat betreft het studiegebied, in grote mate overeenkomen met de reële toestand.

3.4 Overige gegevens

In het studiegebied werden reeds vroeger tal van sonderingen uitgevoerd (TNO & LTGH). De resultaten van het LTGH werden verwerkt in de verziltingskaart van Zeeuwsch-Vlaanderen (DE BREUCK et al, 1989); een uittreksel ervan vindt men in figuur 3.1. De gegevens van TNO-DGV werden verwerkt in het rapport OS 87-26. Figuur 3.13 geeft de plaats van deze metingen aan.



Figuur 3.13 Ligging metingen rapport OS 87-26 TNO-DGV (Van Overmeeren, 1987)



4 Informatie betreffende de terrein- en laboverrichtingen

Op 10 plaatsen werden putten geboord volgens de spoelboormethode. Op elke plaats werden drie boringen verricht; een ondiepe (F3 - ca. 2 m diep), een matig diepe (F2 - ca 10 m diep) en een diepe (F1 - ca. 20 m diep). Elke boorput werd uitgerust als grondwaterstandsmmeetpunt (piëzometer).

In de 10 diepe boorgaten werden geo-elektrische boorgatmetingen verricht. Alle diepe en matig diepe filterputten werden bemonsterd. De grondwaterstalen werden geanalyseerd op hun zoutgehalte (TDS). Op een aantal putten werd een putproef (slagtest) verricht voor de bepaling van de horizontale doorlatendheid van het substraat. De grondwaterstand werd regelmatig gemeten door het Waterschap "Het Vrije van Sluis" ..

4.1 Boringen

De ligging van de boorplaatsen is aangeduid in figuur 1.1. Bijlage 4.1 geeft voor elke boorplaats (mp 1-10) de plaatskenmerken (ligging, datum, ...), de putkenmerken (uitbouw peilputten), de boorbeschrijving (litologie), de gammameting en een plan waarin de putten worden aangegeven.

Er werd gewerkt volgens de spoelboormethode met de SPOBO1 of met een handboor. In beide gevallen werd drinkwater als spoelvloeistof aangewend.

SPOBO1

De SPOBO1 is een booropstelling die werkt volgens het draaiend spoelsysteem. De boorkop wordt door een elektromotor aangedreven; het spoelwater wordt door een elektrische pomp vanuit het bezinkingsreservoir via de holle boorstangen en de boorkop in de grond gespoten. Het water, vermengd met de opgeboorde grond komt via de annulaire ruimte tussen het boorgatwand en de boorstangen in het waterreservoir (bezinkingskuip) terecht. Als additief bij het spoelwater werd flocc-gel gebruikt (viscositeitsverhogende functie). Het is een organische substantie, vervaardigd uit aardappelzetmeel, die na enige tijd op milieu-vriendelijke wijze afbreekt en oplost. Op het einde van de boring werd het boorgat grondig gespoeld met drinkwater om het grootste deel van de boorvloeistof met additieven uit het boorgat en de boorgatwanden te verwijderen en zodoende de viscositeit in het boorgat te verlagen (cfr. drinkwater). Dit is belangrijk voor de boorgatmeting en voor een goede uitbouw tot waarnemingsput.

HANDBOOR

Met de handboor werd eveneens volgens het principe van draaiend spoelboren gewerkt. De spoelvloeistof wordt evenwel niet in de boorstang maar via een afzonderlijke buis naar de boorkop gebracht. Het terugstromend water met opgeboorde grond wordt naar een bezinkingskuip (put) gebracht van waaruit het water opnieuw in de buis wordt gepompt.



4.2 Grondwaterstandsmeetpunten

In het bestek van dit onderzoek werden 10 nieuwe grondwaterstandsmeetpunten uitgebouwd. Per meetpunt werden twee filters geplaatst (steeds in een afzonderlijk boorgat): een diepe (F1) in het zoute deel van het grondwaterreservoir en een matig diepe (F2) in het zoetere deel. In de nabijheid van elk meetpunt werd een freatische buis geplaatst (F3) voor de bepaling van de diepte van de grondwatertafel. Na de boorgatmeting of na het bereiken van de gewenste diepte werden alle boorgaten uitgerust met een PVC-filter en -stijgbuis, met een diameter van 58/63 mm. De lengte van de filterelementen, welke omstort werden met gecalibreerd zand, bedroeg meestal 1 m. Kleistoppen uit compactonit korrels werden aangebracht ter hoogte van de slecht-doorlatende zone(s) en nabij het maaiveld. Alle peilputten werden gedurende een 30 tal minuten schoongepompt. De meetpunten werden afgewerkt aan (straatpot) of boven (opzetbuis) het maaiveld. De top van elke peilbuis en het maaiveld werden opgemeten ten opzichte van het N.A.P. De waterstand (stijghoogte) werd in alle peilbuizen regelmatig opgemeten door het Waterschap "Het Vrije van Sluis".

4.3 Boorgatmetingen

In de tien diepe meetpunten (F1) werden, alvorens deze uit te rusten met peilbuizen, geofysische boorgatmetingen uitgevoerd om meer informatie te krijgen over de litologische bouw en over de grondwaterkwaliteit (zoutgehalte).

De gemeten parameters zijn: de resistiviteit volgens de korte- (SN) en de lange normaalopstelling (LN) en de natuurlijke gammastraling (bijlage 4.2).

4.4 Grondwateranalysen

Alle diepe (F1) en matig diepe (F2) putten werden bemonsterd. Volgende parameters werden bepaald:

terreinmetingen:

pH, geleidbaarheid, temp. lucht, temp. water, O₂, TA, TAC, MV, kleur

laboratoriummetingen:

pH, geleidbaarheid, Na⁺, K⁺, Ca²⁺, Mg²⁺, Fe^{2+/3+}, Mn²⁺, NH₄⁺, Cl⁻, HCO₃⁻, CO₃²⁻, NO₃⁻, NO₂⁻, SO₄²⁻, PO₄³⁻

Vooralleer over te gaan tot de bemonstering werd op de putten gepompt tot constante geleidbaarheid, pH en temperatuur. De stalen werden geanalyseerd in de laboratoria van het LTGH.

Aan de hand van de analyseresultaten werd het TDS (totaal zoutgehalte) en het watertype volgens de Stuyfzand (STUYFZAND, 1986 & 1993) classificatie bepaald.



4.5 Putproeven

Als putproef werd gekozen voor een slagtest ("slug-test") waarbij een gekend volume ogenblikkelijk in de peilbuis wordt toegevoegd en de snelheid van infiltratie wordt gemeten. In plaats van zoals voorzien in de opdracht enkel slagtesten uit te voeren op de diepe filters (één voor elk meetpunt) werd gekozen om de metingen te verrichten zowel op een aantal diepe als op een aantal ondiepe filterputten. In de omgeving van Oostburg bevinden de meeste diepe filters zich in een grofzandige, grindhoudende laag. Enkele slagtesten volstonden voor de karakterisatie van deze laag; de vrijkomende proeven werden uitgevoerd op ondiepe filterputten (uitgebouwd in een fijnere zandlaag).

De berekening van de hydraulische doorlatendheid steunt op de methode van Bouwer en Rice (BOUWER, 1989).

$$k_h = \frac{1,15 \cdot r_c^2}{L_e \cdot t_{90\%}} \cdot \ln \frac{R_e}{r_w}$$

met:

$$\ln \frac{R_e}{r_w} = \left[\frac{1,1}{\ln \frac{L_w}{r_w}} + \frac{A + B \cdot \ln \left[\frac{H - L_w}{r_w} \right]^{-1}}{\frac{L_e}{r_w}} \right]$$

r_c = straal stijgbuis

L_e = lengte filter

H = grondwaterstand t.o.v. substraat

R_e = straal beïnvloedingssfeer

$t_{90\%}$ = tijd nodig, vanaf start proef, om terug te vallen naar 10% van de max. uitwijking

r_w = straal boorput (m)

L_w = grondwaterstand t.o.v. basis filter

A, B = cte. (afh. v. L_e/r_w)

k_h = hydraulische doorlatendheid



5 Litologie

De litologische bouw op de 10 boorplaatsen (mp1 t/m mp10) is verduidelijkt in bijlage 4.1. Deze geeft voor elke boorplaats een synthese van de litologische bouw aan de hand van de boorbeschrijving en de gammameting. Opeenvolgende litologische eenheden (A, B, C, ...) werden aangeduid evenals de plaats van de filters (F1, 2 & 3).

5.1 Litologie ter hoogte van de boorplaatsen

Boorplaats mp1

Boorplaats mp1 bevindt zich in een braakliggend terrein op de hoek van de Kaas- en Broodse dijk en de Steenhovendijk. Het maaiveld is er merkbaar hoger dan in de omgeving. Ter hoogte van mp1 bestaat de ondergrond bovenaan uit een ca. 4 m dikke, hoofdzakelijk kleiige deklaag met schelpen en zwak humeuze (venige) zones; aan de basis bevat de eenheid veel humus of veen. De kleiige deklaag bestaat uit afzettingen van Duinkerke IIIb (D-IIIb) op afzettingen van Duinkerke II (D-II); de venige zone stemt overeen met het Hollandveen. Hieronder ligt een ca. 4.7 m dikke zandlaag bestaande uit fijn tot zeer fijn zand met verspreide schelpfragmenten. Tussen 8.7 en 10.3 m diepte wordt een matig- tot grofzandige eenheid aangeboord. Deze laatste bevat zeer veel schelpfragmenten en grindelementen. Daaronder komt een fijnere zandlaag (middelmatig zand) voor. Deze eenheid, aangeboord vanaf 10.3 m diepte tot einde boring (22.25 m) valt op door de fijne zandfractie, de aanwezigheid van dunne kleilaagjes en de veel geringere hoeveelheid schelpfragmenten. De afzettingen (meestal fijn- tot middelmatige zanden) tussen het Hollandveen en ca. 19 m diepte vormen samen de Formatie van Twente. De onderliggende Formatie van Schouwen werd in deze boring niet aangeboord.

Boorplaats mp2

De boorplaats ligt bovenop de Steenhovendijk; het maaiveld ligt er ca. 2 m hoger dan de omringende gronden (akkers en weilanden). Volgens de Geologische Kaart vormt de dijk de N-rand van een D-IIIb kreek. De bovenste twee meters (opgevoerde dijk) bestaan hoofdzakelijk uit kleiig materiaal. Daaronder, tot een diepte van 11.6 m, werden kreekafzettingen aangeboord. De sequentie wordt gekenmerkt door een sterk wisselende litologie, hoofdzakelijk zandig maar met intercalaties van dunne leem-, klei- of venige horizonten. Vooral rond 9 m diepte komen opmerkelijk veel dunne klei- en leemlaagjes voor. Aan de basis, tussen 9.65 en 11.6 m diepte, bevat het zand een relatief belangrijke hoeveelheid venig materiaal. Tussen 11.6 en 17 m diepte treft men een homogeen pakket fijn zand aan zonder veen-, klei- of leeminsluitels. Zij stemt overeen met de pleistocene afzettingen van de Formatie van Twente. Tussen 17.0 en 17.5 m diepte heeft men een overgangszone van middelmatig zand met veenbrokjes. Vanaf 17.5 m diepte tot einde boring (22.3 m) werd een matig tot grofzandlaag aangeboord. Deze laatste met zeer veel schelpfragmenten en grindelementen wordt tot de Formatie van Schouwen gerekend.



Boorplaats mp3

De boorplaats bevindt zich in een weiland achter een boerderij langs de Bakkerstraat. Het maaiveld is er iets lager dan in de omringende akkers. Ter hoogte van mp3 bestaat de ondergrond uit ca. 0.8 m klei overgaand in zandige klei (ca. 0.8 m dik) met veenbrokken en veen aan de basis. Deze vormen de sequentie D-IIIb op D-II op Hollandveen. Vanaf 1.6 m tot 17.3 m diepte worden fijnzandige sedimenten aangeboord. Deze kunnen talrijke schelpfragmenten bevatten. Er komt een kleilaag voor van 2.5 tot 3.5 m diepte en van 4.5 tot 5.5 m diepte en een leemlaag rond 10 m diepte; de onderste helft bestaat hoofdzakelijk uit fijn zand. De afzettingen tussen 1.6 en 17.3 m diepte behoren tot de Formatie van Twente. Tussen 17.3 en 22 m diepte werd middelmatig tot grof zand met veel schelpfragmenten en grindelementen aangeboord. Deze laag vormt de top van de Formatie van Schouwen.

Boorplaats mp4

De boorplaats ligt op een doorsteek naar de akkers ter hoogte van de Bakkerstraat. Het maaiveld ligt er even hoog als in de omringende akkers. Ter hoogte van mp4 rust een ca. 3.1 m dik Holocene pakket op Pleistocene zand. De holocene afzettingen bestaan bovenaan uit kleiige D-IIIb en D-II afzettingen (ca. 1.75 m dik); naar onderen gaan de kleien over in een laag met donkerbruine tot zwarte, slappe, sterk venige klei met ertussen venige zandlaagjes. Bij het boren werden veenbrokken opgehaald. In de pleistocene zandige afzettingen kan men twee duidelijk herkenbare eenheden onderscheiden: een bovenste, fijnzandige eenheid (van 3.1 tot 17.8 m diepte) met lemige horizonten; deze vormt de Formatie van Twente; een onderste, grofzandige eenheid, met veel schelpfragmenten en grindelementen stemt overeen met de Formatie van Schouwen.

Boorplaats mp5

De boorplaats ligt op het erf van een boerderij langs de Nozemansweg. Het maaiveld ligt even hoog als in de omliggende akkers. Ter hoogte van mp5 bestaat de ondergrond bovenaan uit ca. 2 m zandige klei tot kleiig zand, rustend op ca. 1 m klei. Deze D-IIIb en D-II afzettingen hebben een iets lichtere textuur dan in de voorgaande boringen. Daaronder komt een afwisseling van dunne klei- en veenlaagjes voor met aan de basis een halve meter klei; deze vormen samen het Hollandveen. De Formatie van Twente ligt tussen 4.5 en 19.3 m diepte. De top en basis van de zandlaag bevatten enkele lemige horizonten. Vanaf 19.3 m diepte werden de grofzandige, schelprijke afzettingen van de Formatie van Schouwen aangetroffen.

Boorplaats mp6

De boorplaats op de Oranjedijk, ligt in het westen van de Mauritspolder. De dijk ligt ca. 1.6 m hoger dan de akkers. Volgens de Geologische Kaart is de geologische bouw vergelijkbaar met die van mp2; de boring ligt ook hier op de rand van een belangrijke D-IIIb kreek. Volgens de boorgatmetingen en de grondbeschrijving zouden vooral kreekafzettingen voorkomen met eventueel een zone verwerkt Hollandveen. Vanaf 6.3 m diepte (peil -3.36 N.A.P.) wordt de Formatie van Twente aangeboord. Ook hier komen, vooral in de bovenste meters, lemige



intercalaties voor. De boring eindigde op een diepte van 20 m (peil - 17.06 N.A.P.) boven de Formatie van Schouwen. Vermoedelijk komt deze hier net iets dieper voor.

Boorplaats mp7

De boorplaats is gelegen ter hoogte van de Ketelaarstraat ten zuidwesten van Waterlandkerkje. Hier liggen volgens de Geologische Kaart D-IIIb-afzettingen direct op het Hollandveen. Vanaf het maaiveld tot ca. 1.3 m diepte werden kleiige tot zandige kleiige afzettingen aangeboord. Tussen 1.3 en 2.4 m diepte bevindt zich een complex van veen, leem, klei en zand. Het stemt overeen met het Hollandveen en rust op fijnzandige afzettingen van de Formatie van Twente (van 2.4 tot 16.3 m diepte). Deze laatste bevat verschillende, discontinue, venige en lemige horizonten. Onder het fijnzandig pakket werd matig grof zand, met veel schelp(fragment)en en grindelementen aangeboord. Deze laag stemt overeen met de Formatie van Schouwen

Boorplaats mp8

De boorplaats ligt aan de westzijde van de weg die de scheiding vormt tussen de Dierkensteenvolder en de Cathalijnevolder. Het maaiveld ligt op hetzelfde peil als de omringende akkers. Bovenaan herkent men een ca. 6.2 m dik pakket, hoofdzakelijk bestaande uit zandige kreekse-dimenten. De basis van de Duinkerke-afzettingen wordt gevormd door een ca. 2 m dik kleiig pakket. Het Hollandveen ontbreekt in deze boring. Vanaf 8.3 m diepte tot 18.3 m diepte komen de fijnzandige afzettingen van de formatie van Twente voor. Tussen 18.3 en 20.0 m diepte werden de grofzandige afzettingen van de Formatie van Schouwen aangetroffen.

In tegenstelling tot de voorgaande plaatsen bevinden mp9 en mp10 zich ver van het eigenlijke onderzoeksgebied. Mp 9 ligt ter hoogte van IJzendijke en mp10 nabij het Retranchement (Fig. 1.1).

Boorplaats mp9

De boorplaats ligt aan de Nieuwe Havenweg in IJzendijke. Het maaiveld bedraagt er ca. +1.5 m N.A.P. hetgeen overeenstemt met de hoogte van de omringende akkers. Volgens de Geologische Kaart ligt mp9 in een Do.3b zone. Een dik pakket D-IIIb kreekafzettingen, tot ca. -20 m N.A.P., rust er rechtstreeks op tertiaire zanden van het Onder-Oligoceen. Volgens de studie van de Diepe Zandlagen heeft men onder de kwartaire lagen een zeer dun kleipakket (enkele dm tot enkele m) behorende tot de Formatie van Boom (Klei van Boom). Deze laatste rust op de hoofdzakelijk zandige Formatie van Zelzate (ca. 40 m dik) met daaronder de Formatie van Maldegem (Klei van Asse).

Volgens de terreinwaarnemingen heeft men in de bovenste 7 m hoofdzakelijk kleiige afzettingen, met intercalaties van zandige en lemige horizonten. Daaronder treft men vooral zandige afzettingen aan met kleiintercalaties. Deze zijn vooral belangrijk tussen -12 en -14 m N.A.P. en vanaf -16 m N.A.P. (basis boring -18.5 m N.A.P.). De ganse sequentie bestaat vermoedelijk uit D-IIIb sedimenten.

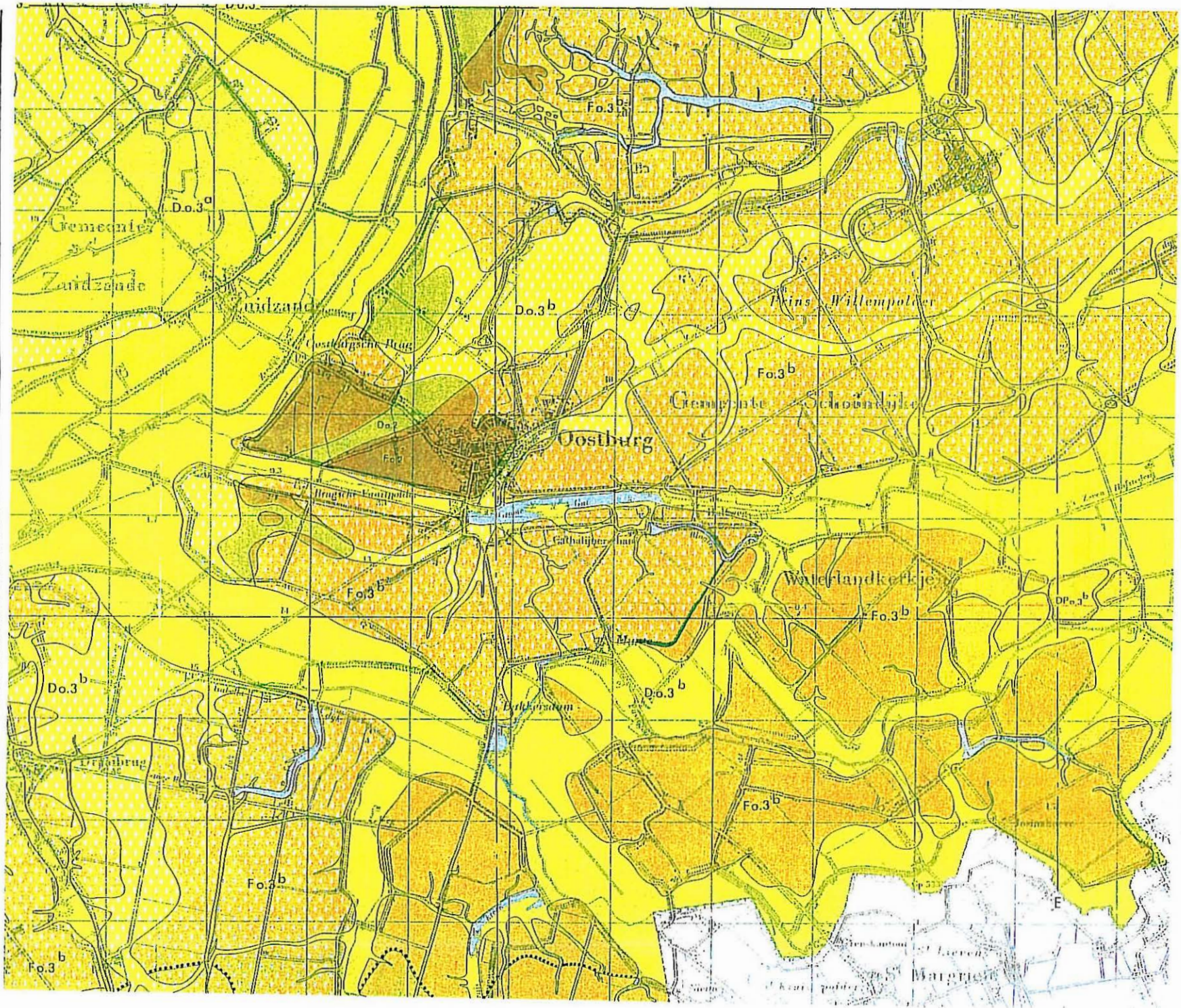
**Boorplaats mp10**

De boorplaats ligt bovenop een ca. 3 m hoge dijk in het zuidwesten van de Bewesten Terhofstede Polder. Volgens de Geologische Kaart bevindt men zich in een Do.3b zone waar tot grote diepte D-IIIb kreekafzettingen voorkomen. De holocene basis ligt tussen -15 en -20 m N.A.P. Onder de kreekzanden kan een relatief dun pakket zanden behorende tot de Formatie van Twente voorkomen. Hieronder liggen pleistocene zanden van de Formatie van Schouwen en tertiaire afzettingen. De top van de Klei van Asse ligt er op ca -27 m N.A.P.

Volgens de terreinwaarnemingen bestaat de bovenste 4 m uit kleilig materiaal, soms zandige klei of leem. Deze werden aangebracht bij de constructie van de dijk. De klei ligt op een grindrijke grofzandige laag van ca. 40 cm dikte die rust op een ca. 1.3 m dikke veenlaag. Hieronder, tussen 5.9 en 23.4 m diepte, treft men in hoofdzaak fijnzandige afzettingen aan met enkele lemige horizonten. De fijnzandige laag ligt op 23.4 m diepte (peil -19 m N.A.P.) op een grofzandige, grind- en schelphoudende eenheid. Deze laatste vertoont de kenmerken van de Formatie van Schouwen, die op de overige boorplaatsen aan de basis van de boringen aangetroffen werd.

De waarnemingen in mp10 kan men op twee manieren interpreteren. De gehanteerde (boor)methode laat niet toe hieromtrent een ondubbelzinnige uitspraak te doen.

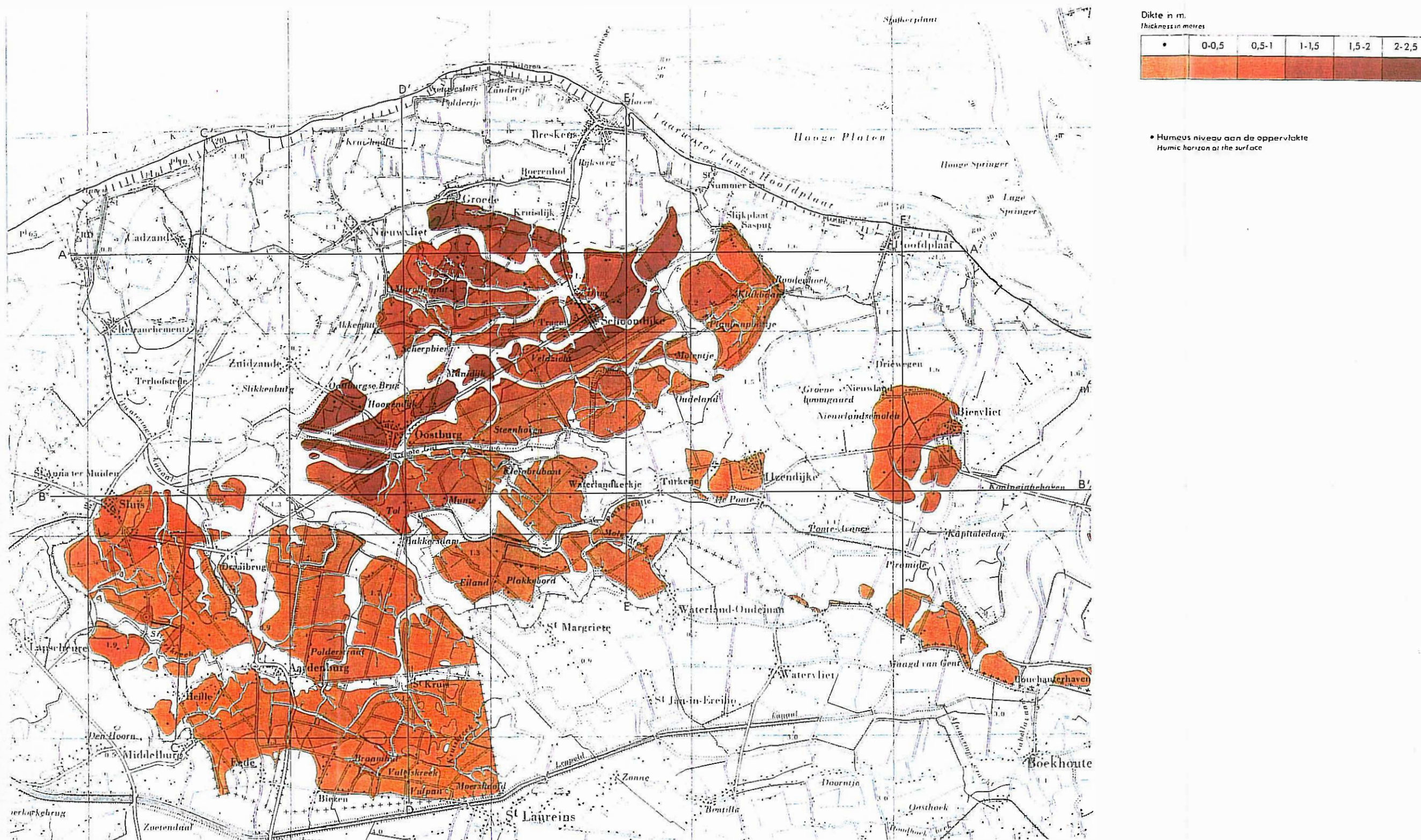
interpretatie 1	interpretatie 2
opgevoerde grond: +4.4 tot 0.0	
Hollandveen: 0.0 tot -1.5	D-IIIb kreekafzettingen (+ Formatie van Twente): 0.0 tot -19.0
Formatie van Twente: -1.5 tot -19.0	
Formatie van Schouwen: -19.0 tot einde boring	



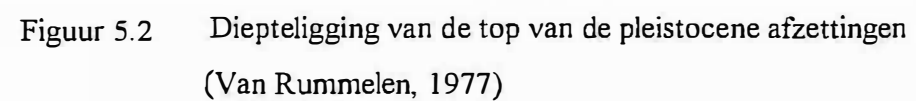
LEGENDA LEGEND

- | | | | |
|---|---|----|---|
| 1 | Jong strandzand.
Young beach sands. | 9 | Afzettingen van Duinkerke - ontwikkeld als Duinkerke III ^b transgressie op Duinkerke III ^a afzettingen - op Hollandveen op Pleistoceen.
Dunkirk deposits - laid down during Dunkirk III ^b transgression overlying Dunkirk III ^a deposits - overlying Holland peat on Pleistocene deposits. |
| 2 | Jonge Duinzanden op D-profieltypen (d.w.z. op Afzettingen van Duinkerke ingesneden in de onderliggende afzettingen).
Young dune sands on D-type profile. | 10 | Afzettingen van Duinkerke - ontwikkeld als Duinkerke III ^b transgressie op Duinkerke II afzettingen - op Hollandveen op Pleistoceen.
Dunkirk deposits - laid down during Dunkirk III ^b transgression on Dunkirk II deposits - overlying Holland peat on Pleistocene deposits. |
| 3 | Afzettingen van Duinkerke III ^b - kreekafzettingen.
Dunkirk III ^b - tidal channel deposits. | 11 | Afzettingen van Duinkerke - ontwikkeld als Duinkerke III ^a transgressie - op Hollandveen op Pleistoceen.
Dunkirk deposits - laid down during Dunkirk III ^a transgression - overlying Holland peat on Pleistocene deposits. |
| 4 | Afzettingen van Duinkerke III ^a - ontwikkeld als kreekafzettingen.
Dunkirk III ^a deposits - laid down as tidal channel deposits. | 12 | Afzettingen van Duinkerke - ontwikkeld als Duinkerke II transgressie - op Hollandveen op Pleistoceen.
Dunkirk deposits - laid down during Dunkirk II transgression - overlying Holland peat on Pleistocene deposits. |
| 5 | Afzettingen van Duinkerke II - ontwikkeld als kreekafzetting.
Dunkirk II deposits - laid down as tidal channel deposits. | 13 | Afzettingen van Duinkerke - ontwikkeld als Duinkerke III ^b transgressie - op niet geërodeerd Pleistoceen.
Dunkirk deposits - laid down during Dunkirk III ^b transgression - immediately overlying non eroded Pleistocene deposits. |
| 6 | Afzettingen van Duinkerke III ^b op Duinkerke III ^a - kreekafzettingen.
Dunkirk III ^b deposits overlying Dunkirk III ^a - tidal channel deposits. | 14 | Afzettingen van Duinkerke - ontwikkeld als Duinkerke III ^b transgressie - op zwak geërodeerd Pleistoceen.
Dunkirk deposits as no. 13 but overlying weak eroded Pleistocene deposits. |
| 7 | Afzettingen van Duinkerke III ^b op Duinkerke II - kreekafzettingen.
Dunkirk III ^b deposits overlying Dunkirk II - tidal channel deposits. | 15 | Hollandveen of humeuze laag van dezelfde ouderdom op pleistoceen dekzand.
Holland peat or humic layer immediately overlying Pleistocene deposits (Iwente Formation). |
| 8 | Afzettingen van Duinkerke - ontwikkeld als Duinkerke III ^b transgressie - op Hollandveen op Pleistoceen.
Dunkirk deposits - laid down during Dunkirk III ^b transgression - overlying Holland peat on Pleistocene deposits. | 16 | Pleistoceen dekzandrug (formatie van Iwente) (> 2 m dekzand).
Pleistocene coversands (Iwente Formation) (> 2 m). |
| | | 17 | Pleistoceen dekzand (Formatie van Iwente) < 2 m op fluvioperiglaciale afzettingen. (Formatie van Iwente).
Pleistocene coversands (Iwente Formation) < 2 m overlying fluvioperiglacial sediments (Iwente Formation). |

Figuur 5.1 Uittreksel Geologische Kaart t.h.v. Oostburg (Van Rummelen, 1977)



Figuur 5.2 Verbreiding en dikte van Hollandveen (Van Rummelen, 1977)





5.2 Litologische doorsneden

Voor de omgeving van Oostburg (mpl t/m mp8) werden een tweetal litologische doorsneden opgesteld aan de hand van de resultaten van het veldwerk, gegevens afgeleid uit de Geologische en Bodemkundige Kaarten (Holoceen) en van het Rapport Diepe Zandlagen (VERMOORTELT & DE BREUCK, 1995) (Tertiair).

Figuur 5.1 geeft een uittreksel uit de Geologische Kaart van Nederland - Zeeuwsch-Vlaanderen Westblad (VAN RUMMELEN, 1977) voor het studiegebied. Figuren 5.2 en 5.3 geven respectievelijk de verbreiding en dikte van het Hollandveen en de diepteligging van en ligging van erosiegeulen in de pleistocene afzettingen.

doorsnede AA' Bakkerstraat - Nozemansweg (mp 3, 4, 8, 1 & 5)

Doorsnede AA' (Fig. 5.4) (ligging zie Fig. 1.1) loopt over een afstand van 4.5 km vanaf het westen van de Bakkerstraat naar het kruispunt van de Nozemansweg en de Groene weg. De boringen mp 3, 1 & 5 liggen op de profiellijn, mp 4 & 8 werden erop geprojecteerd.

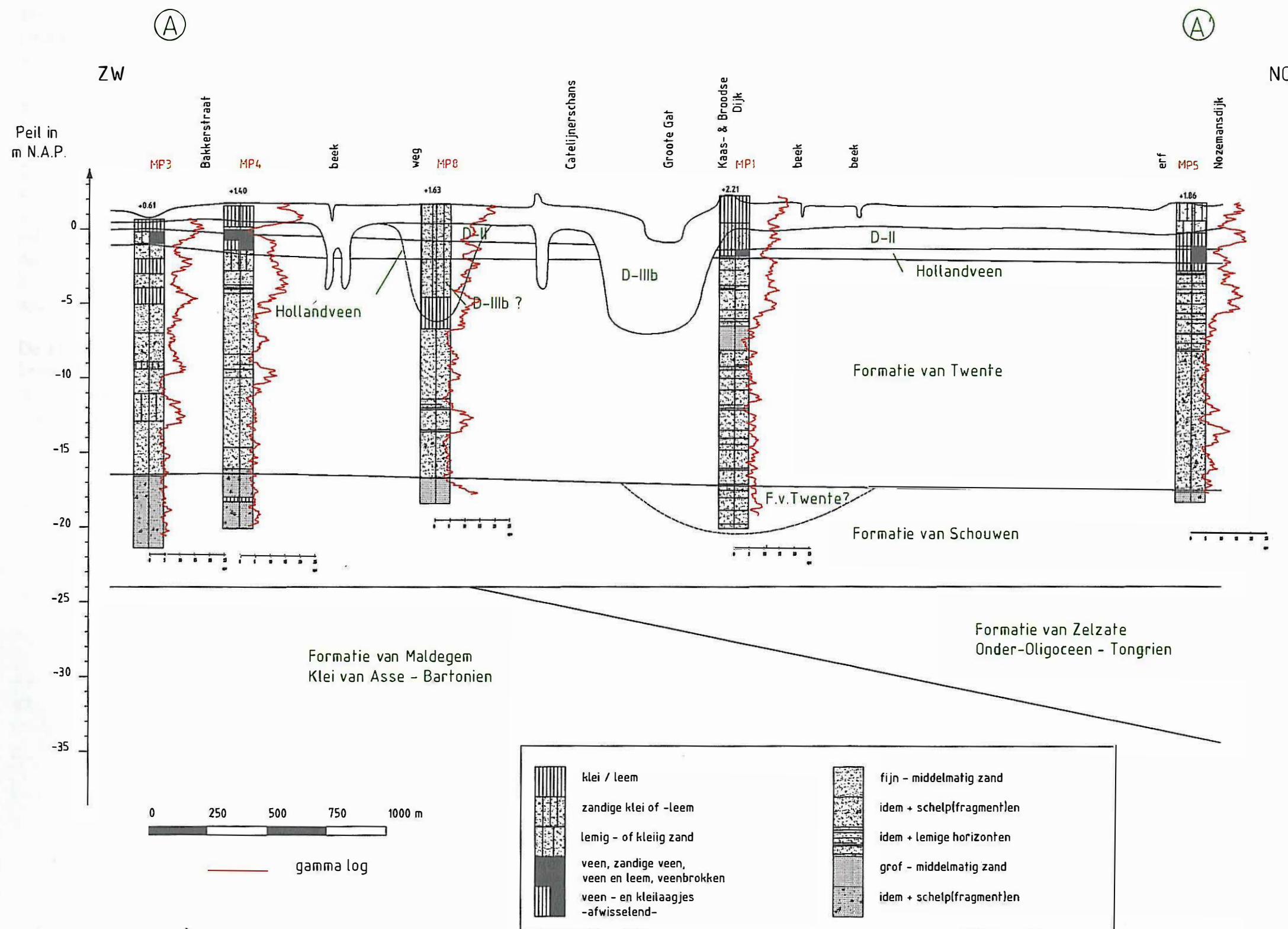
Volgens de Geologische Kaart van Nederland, schaal 1/50.000, (Fig. 5.1), loopt het profiel door het zuidwesten van een belangrijke Fo.3b zone gelegen in de driehoek Oostburg - IJzendijke - Groede. Deze D-IIIb komgronden worden doorsneden door een vertakt netwerk van D-IIIb kreekgronden (bvb. Groote - Gat).

Holoceen

Van boven naar onderen kunnen de volgende afzettingen voorkomen:

- afzettingen van de Duinkerke IIIb-transgressie (D-IIIb)
- afzettingen van de Duinkerke II-transgressie (D-II)
- Hollandveen

Het onderscheid tussen de D-IIIb- en de D-II-afzettingen op basis van de boorgegevens wordt sterk bemoeilijkt door de gebruikte methode (spoelboring). Hun aanwezigheid werd enkel vastgesteld; hun exacte aard en verbreiding is moeilijk in te schatten. De aanwezigheid van Hollandveen blijkt uit de boringen mp 1, 3, 4 & 5. De aard van het materiaal wisselt evenwel sterk. Zo werd duidelijk herkenbaar veen, zandig veen, een afwisseling van veen, zand, leem of klei, venige leem of humeuze zones aangetroffen. De dikte van de venige zone bedraagt meestal minder dan 1 m.



Figuur 5.4 Litologische bouw ter hoogte van profiel AA'



Pleistoceen

Het Pleistoceen wordt gevormd door de zandige afzettingen van de Formatie van Twente en van de Formatie van Schouwen.

De Formatie van Twente omvat periglaciaire afzettingen die gedurende het Weichseliaan (laatste IJstijd) ontstaan zijn. Zij bestaan grotendeels uit eolisch afgezette fijne zanden (dekzand) met tussengelaagde leem- of venige lagen. De leemlagen komen meestal voor onder de vorm van lenzen. Op grond van boorgegevens is geen correlatie mogelijk tussen de lemige zones in de Formatie van Twente. De top van de Formatie van Twente is gelijkaardig in de vijf boringen; zij schommelt rond -2 N.A.P. Hetzelfde geldt voor de basis van de Formatie met uitzondering van mp 1 waar de grens met de onderliggende eenheid niet waargenomen werd. De basis varieert van -16.5 m N.A.P. in het zuidwesten naar -18 in het noordoosten. De dikte ervan bedraagt ca. 14 m. In sommige kreekten werden tijdens het Holoceen de zanden ingeschuurd; dit is o.a. het geval voor het Grootte Gat waar zowel de D-II als het Hollandveen en enkele meters van de Formatie van Twente geërodeerd werden en de sedimenten vervangen door D-IIIb-kreeksedimenten. De zandige topzone van mp8 laat vermoeden dat ook daar een kreek zich heeft ingeschuurd tot enige meters in de Formatie van Twente, die naderhand is opgevuld.

De Formatie van Schouwen werd in de boringen, met uitzondering van mp1, duidelijk herkend. Door het grofzandig karakter, de aanwezigheid van talrijke schelp(fragment)en en van grindelementen. De formatie bestaat uit een matig grof tot grof zand met veel grind van heterogene samenstellingen, soms met veel schelpgruis en grove schelpen. De afzettingen zijn gevormd in een brak-marien milieu; zij vormen de eerste opvullingen van de Vlaamse Vallei. De basis van de eenheid werd in geen enkel van de boringen van profiel AA' bereikt, maar uit boring mp3 blijkt dat de eenheid minstens 5 m dik is. Samen met de gegevens van de Geologische Kaart en van de studie van de diepe zandlagen geeft dit een vermoedelijke dikte van ca. 8 m in het zuidwesten en van ca. 6 m in het noordoosten van profiel AA'.

Tertiair

Het tertiair werd in geen enkele boringen aangetroffen. De afzettingen van de Formatie van Schouwen in de zuidwestelijke helft van profiel AA' rusten op de grijsblauwe, zware klei van het Lid van Onderdijk behorende tot de Formatie van Maldegem (Klei van Asse, Bartonien). Meer naar het noordoosten, ca. vanaf de omgeving van het Grootte Gat, komen jongere tertiaire afzettingen tussen beide formaties voor. Het betreft donkergrijs, middelmatig fijn, lemig zand tot zand van het Lid van Bassevelde behorende tot de Formatie van Zelzate; in Nederland is het gekend onder de naam afzettingen van het Onder-Oligoceen, Tongrien. Dit betekent dat de top van het Tertiair overgaat van klei in het zuidwesten naar lemig zand tot zand in het noordoosten. In dit laatste geval komt de klei voor onder het lemig zand tot zand van het Lid van Bassevelde.

**doorsnede BB' Nozemans weg - Ketelaarsstraat (mp5, 2 & 7)**

De doorsnede (Fig. 5.5) loopt over een afstand van 2.5 km vanaf het kruispunt van de Nozemans weg met de Groene weg in het noorden tot aan de Ketelaarsstraat in het zuiden (omgeving Waterlandkerkje). De boringen mp 5, 2 & 7 liggen op de profiellijn.

Volgens de Geologische Kaart van Nederland, schaal 1/50.000, (Fig. 5.1), loopt het profiel in het noorden tot aan de Steenhovendijk door dezelfde Fo.3b-zone van profiel AA'. Hier treft men opeenvolgend D-IIIb, D-II, Hollandveen (ca. 0.5 m dik) en pleistocene afzettingen aan (van boven naar onder). Ten zuiden van de Steenhovendijk tot aan de Kaas- en Broodse dijk komt een Do.3b zone voor. Hier liggen de D-IIIb-kreekafzettingen rechtstreeks op de pleistocene zanden. De basis van de kreek(afzettingen) ligt tussen -4 en -10 N.A.P. De zone ten zuiden ervan, tussen de Kaas- en Broodse dijk en de Ketelaarsstraat, is op de kaart aangeduid als Fo.3b, d.w.z. dat de D-IIIb-afzettingen er rechtstreeks op het Hollandveen rusten.

Holoceen

Volgens doorsnede BB' (Fig 5.5) bestaan de holocene afzettingen van boven naar onder uit:

- Duinkerke IIIb-afzettingen (D-IIIb)
- Duinkerke II-afzettingen (D-II) - enkel ten N van de Steenhovendijk
- Hollandveen

In boring mp5 werd de sequentie D-IIIb / D-II / Hollandveen / Formatie van Twente aangetroffen. De dikte van de holocene afzettingen bedraagt er ca. 4 m, met een duidelijk herkenbare venige zone (Hollandveen). Ter hoogte van mp2 werden kreek sedimenten aangetroffen tot een diepte van 9 m, op pleistocene zanden. Zowel de D-II-sedimenten als het Hollandveen werden tijdens de D-IIIb overstromingen geërodeerd. In boring mp7 rusten D-IIIb-sedimenten op het Hollandveen; hieronder komen de zanden van de Formatie van Zelzate voor. Men kan de overgang van D-IIIb- naar D-II-afzettingen niet onderscheiden in de boringen. Met uitzondering van mp2, die aan een kreekrand ligt, is het Hollandveen overal aanwezig.

Pleistocene

Het Pleistoceen wordt gevormd door de zandige afzettingen van de Formatie van Twente en van de Formatie van Schouwen.

De Formatie van Twente omvat de periglaciaire afzettingen van het Weichseliaan. Zij bestaan grotendeels uit eolische fijne zanden (dekzand) met tussengelaagde leem of veen. De leem komt meestal voor in lenzen; men vindt geen correlatie tussen die lemige zones in de boringen. De top van de Formatie van Twente heeft dezelfde samenstelling in mp5 en mp 7. Ter hoogte van mp2 werd de Formatie van Twente door een D-IIIb-kreek gedeeltelijk geërodeerd. De basis van de Formatie van Zelzate varieert tussen -15 en -17 m N.A.P. In mp2 en mp7

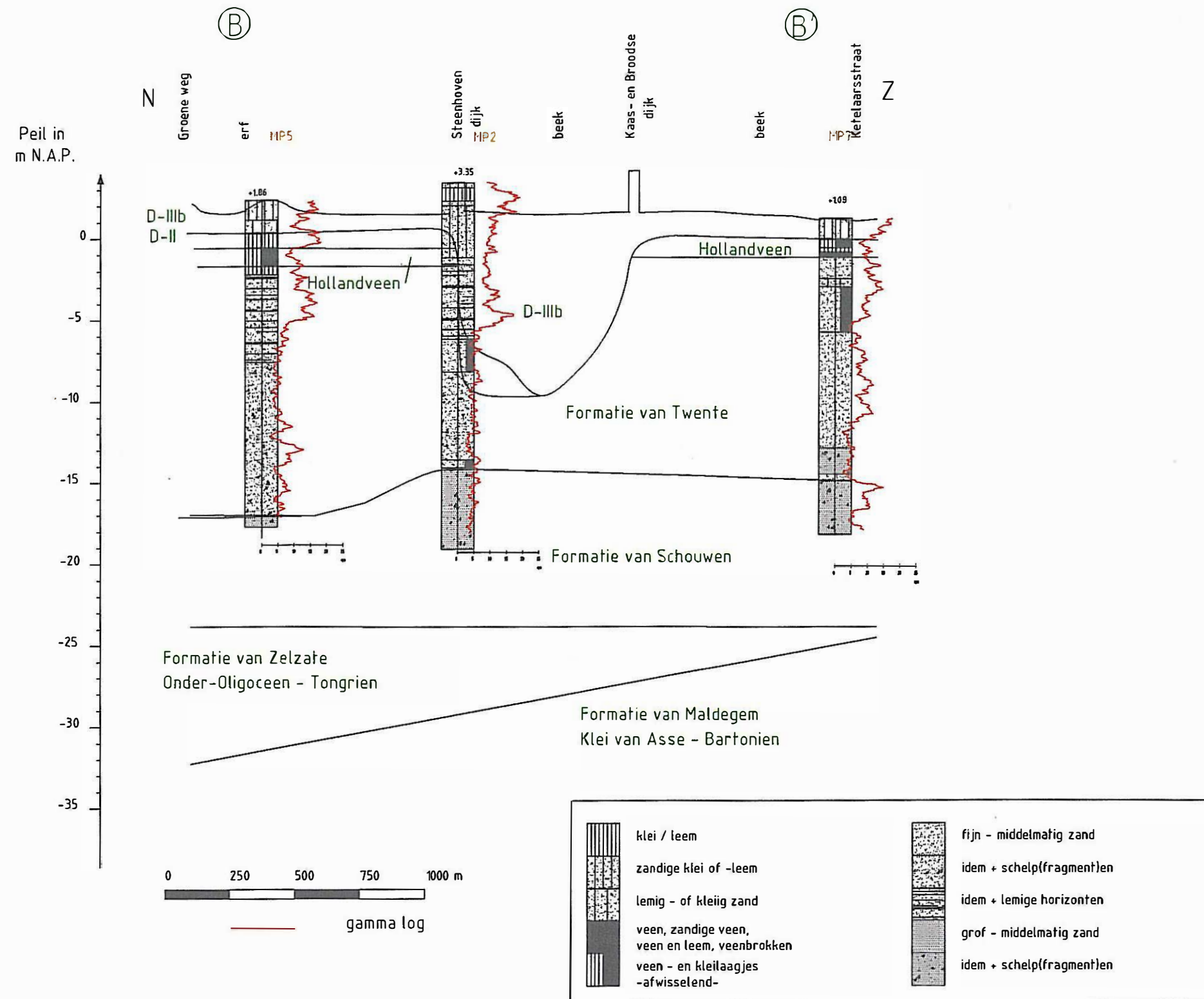


komen de grofzandige afzettingen beduidend ondieper voor. De dikte van de Formatie van Twente bedraagt ca. 15 m. Vooral de bovenste zones van de Formatie van Twente bevatten dikwijls een fijne bijmenging of dunne lemige tot kleiige horizonten. In de drie boringen werd de basis duidelijk herkend, alhoewel deze voor mp2 en mp7 relatief hoog voorkomt.

De Formatie van Schouwen is in de boringen duidelijk te zien als een grof zand met talrijke schelpfragmenten en grind. In de boorgatmetingen is er geen duidelijk verschil tussen de Formatie van Twente en die van Schouwen. De Formatie van Schouwen bestaat uit matig grof tot grof zand met veel grind van heterogene samenstelling en met veel schelpgruis en grove schelpen. De afzetting ontstond in een brak-marien milieu en vormt de basis van de opvulling van de Vlaamse Vallei. De basis van de eenheid werd in geen enkele boringen van profiel BB' bereikt. Uit boring mp2 kan men afleiden dat de eenheid minstens 5 m dik is. Rekening houdend met de gegevens van de Geologische kaart en van de studie van de diepe zandlagen geeft dit een vermoedelijke dikte van ca. 8 m in het noorden en van ca. 10 m in het zuiden van profiel BB'.

Tertiair

Het Tertiair werd in geen enkele boring aangetroffen; de gegevens zijn afkomstig van het rapport Diepe Zandlagen. Volgens deze bron zouden in het noorden van profiel BB' de afzettingen van de Formatie van Schouwen rusten op donkergrijze, middelmatig fijne lemige zanden of zanden van het Lid van Bassevelde behorende tot de Formatie van Zelzate. In Nederland wordt deze aangeduid met de term afzettingen van het Onder-Oligoceen, Tongrien. In het zuiden, ter hoogte van mp7, rusten de pleistocene zanden rechtstreeks op de grijsblauwe, zware klei van het Lid van Onderdijke behorende tot de Formatie van Maldegem (Klei van Asse, Bartonien).



Figuur 5.5 Litologische bouw ter hoogte van profiel BB'



6 Hydrogeologie

6.1 Hydrogeologische bouw

Het ondiepe grondwater bevindt zich in een zwak naar het noordoosten hellend pakket van pleistocene (en oligocene) lagen. Dit pakket wordt door jongere, holocene afzettingen bedekt. Plaatselijk komen diep in het pleistocene pakket ingesneden geulen voor die met holocene sedimenten opgevuld zijn.

In het bestek van deze studie is één watervoerende laag van belang, nl. de freatisch watervoerende laag in de diverse zandige kwartaire afzettingen (D-IIIb kreeksedimenten en pleistocene zanden) die, eventueel samen met de zanden van de Formatie van Zelzate, één watervoerende laag vormen. De basis wordt gevormd door de zeer slecht-doorlatende kleiige afzettingen van de Formatie van Maldegem, de zgn. "Klei van Asse".

Op ieder meetpunt werden drie boringen verricht. Elk boorgat werd uitgerust als waarnemingspunt (filter). Van boven naar onderen komen aldus drie filters voor: een ondiepe "F3" voor de bepaling van de grondwatertafel, een middelste "F2" en een diepe "F1" voor de bepaling van de grondwaterkwaliteit en -stijghoogte. De putkenmerken zijn vermeld in bijlage 4.1.

6.2 Hydraulische parameters

Waarden voor de horizontale hydraulische doorlatendheid van de kwartaire zandlagen werden bepaald a.d.h. van putproeven (slagproeven).

Figuren 6.1 en 6.2 geven de hydrogeologische van profielen AA' en BB' weer. Hierop zijn oa. aangeduid: de litologische eenheden, de boorplaatsen, de plaats van de filters en de berekende k-waarden. Tabel 6.1 geeft de hydraulische doorlatendheid (in m/d) van het reservoir op de plaats van de putproeven, berekend volgens de formule vermeld onder 4.5.

Voor de omgeving van Oostburg (mp1 t/m mp8) gelden de volgende conclusies:

- de middelmatig tot grof zandlaag met veel schelpgruis en grindelementen, die op basis van haar litologische kenmerken en voorkomen tot de Formatie van Schouwen wordt gerekend en waarin de meeste diepe filters werden uitgebouwd (mp2, 4, 5, 7 & 8), heeft volgens de slagproeven een hydraulische doorlatendheid van ca. 39 m/d (van 24.9 tot 65.1 m/d);
- waar deze grove zandlaag niet werd aangetroffen (mp 1 & 6) werd voor het diepe reservoir (F1) een hydraulische doorlatendheid van 14.0 & 32.5 m/d gevonden, vermoedelijk voor de Formatie van Twente;
- de hoofdzakelijk fijnzandige eenheid, die op basis van haar litologische kenmerken en voorkomen als de Formatie van Twente werd herkend en waarin de meeste ondiepe filters



(F2) werden aangebracht, heeft volgens de slagproeven een hydraulische doorlatendheid van ca. 9 m/d (van 5.0 tot 12.1 m/d);

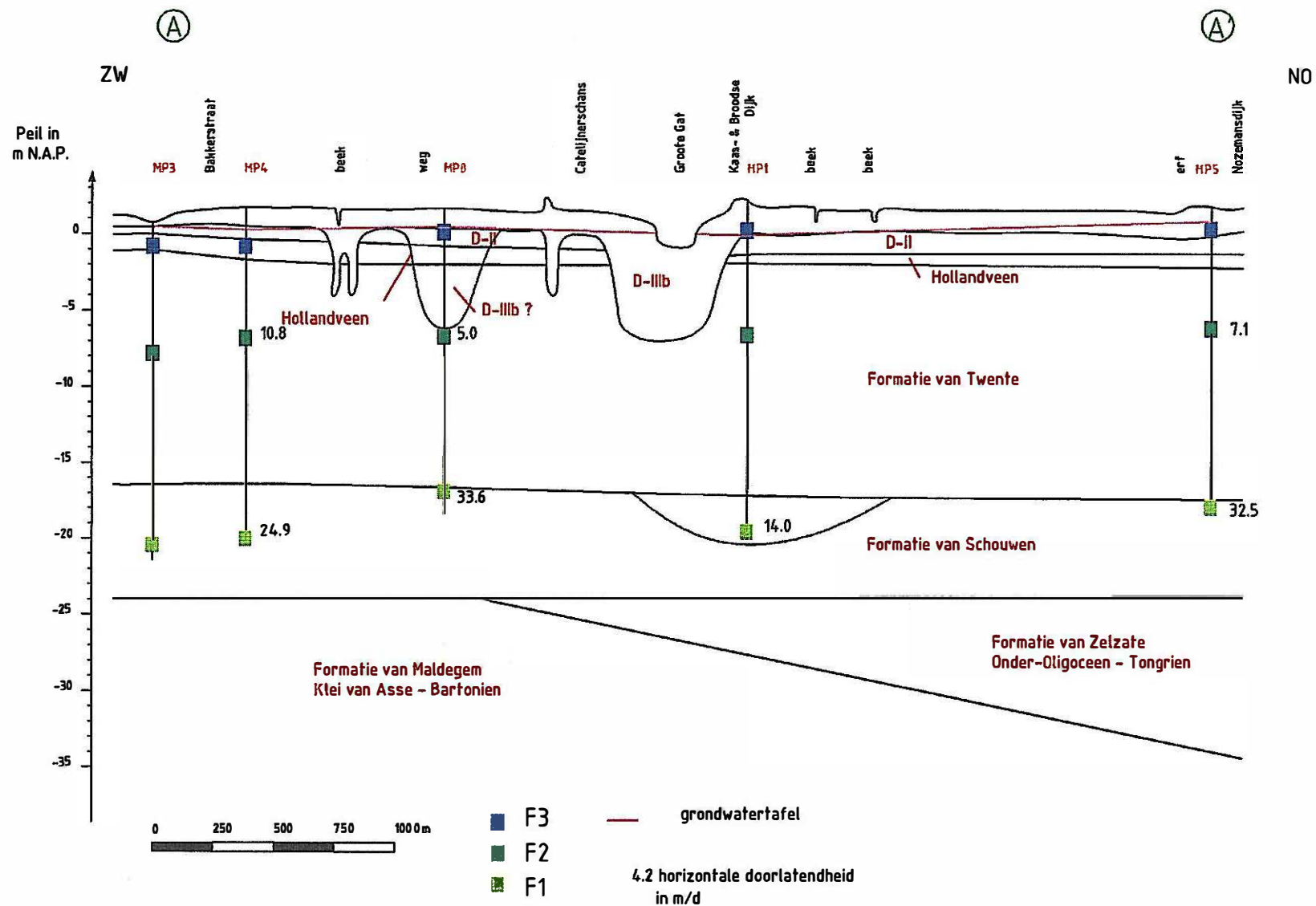
- slagtesten op filters in D-IIIb-afzettingen (mp9-F1&F2, mp10-F1&F2, mp2F2?) geven sterk uiteenlopende k-waarden afhankelijk van de litologische gesteldheid (kleiig, lemig, zandig, ...).

In IJzendijke (mp9) werd voor de diepe filter een hydraulische doorlatendheid van 39.0 m/d gevonden; waarde in overeenstemming met deze voor de Formatie van Schouwen in de omgeving van Oostburg. Nochtans zou volgens de Geologische Kaart de F1 filter uitgebouwd zijn in D-IIIb-kreekaafzettingen. Voor de ondiepe filter werd een hydraulische doorlatendheid van 2.2 m/d gevonden; deze eerder lage waarde is te wijten is aan de relatief belangrijke aanwezigheid van de fijne fractie (leem, klei) in de kreekaafzettingen ter hoogte van de ondiepe filter (F2).

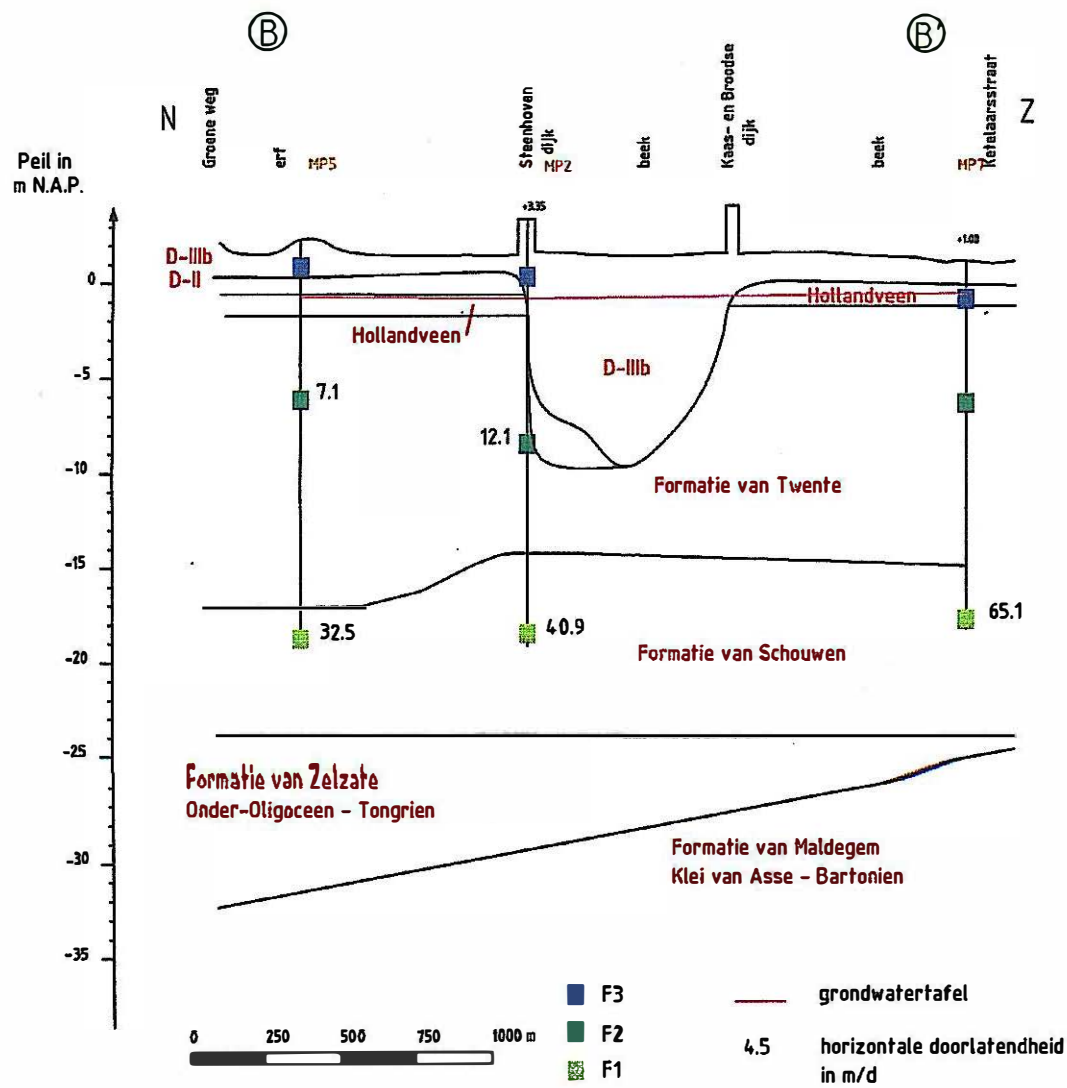
meet-punt	Formatie van	hydraulische doorlatendheid k_h in m/d	litologie
mp1-F1	Schouwen/Twente	14.0	fijn tot middelmatig zand
mp2-F1	Schouwen	40.9	middelmatig tot grof zand met grind
mp2-F2	Twente/D-IIIb	12.1	fijn zand
mp4-F1	Schouwen	24.9	middelmatig tot grof zand met grind
mp4-F2	Twente	10.8	fijn tot middelmatig zand, lemig
mp5-F1	Schouwen	32.5	middelmatig zand met grind
mp5-F2	Twente	7.1	fijn zand
mp6-F1	Twente/Schouwen	32.5	fijn tot middelmatig zand
mp7-F1	Schouwen	65.1	grof zand met grind
mp8-F1	Schouwen	33.6	middelmatig tot grof zand met grind
mp8-F2	Twente	5.0	fijn zand en klei
mp9-F1	D-IIIb	39.0	grof zand
mp9-F2	D-IIIb	2.2	klei- en zandlaagjes
mp10-F1	D-IIIb	27.4	middelmatig tot grof zand met grind

Tabel 6.1 hydraulische doorlatendheid berekend a.d.h. van de slug-test volgens Bouwer en Rice.

De litologische verschillen tussen de Formatie van Schouwen en de Formatie van Twente blijken duidelijk uit de berekende k-waarden. Voor de bovenste zandlaag (Formatie van Twente) werd op het vlak van het studiegebied een gemiddelde hydraulische doorlatendheid berekend van 7.7 m/d (gem. van alle metingen); voor de onderste (Formatie van Schouwen) is dit 34.4 m/d (gem. van alle metingen). Houd men voor de omgeving van Oostburg enkel rekening met de meetpunten waarvan men met zekerheid kan stellen dat zij tot de F. v. Schouwen of tot de F. v. Twente behoren dan geeft dit de volgende waarden:



Figuur 6.1 k-waarden voor profiel AA' (slagproeven)



Figuur 6.2 k-waarden voor profiel BB' (slagproeven)



stratigrafische eenheid	k-waarde (m/d)
D-IIIb	2-40
Formatie van Twente	7.6 (gem)
Formatie van Schouwen	39.4 (gem)

Tabel 6.2 k-waarden voor het testgebied Oostburg

6.3 Grondwaterkwaliteit

Informatie betreffende de grondwaterkwaliteit werd verkregen uit de analyse van grondwaterstalen onttrokken uit de onderste en middelste piëzometers (zie 4) en uit de geo-fysische boorgatmetingen (resistiviteitslog volgens korte- en lange normaalopstelling).

Figuur 6.3 geeft het chloride-gehalte van het grondwater in het studiegebied zoals vermeld in het rapport OS 87-26 van TNO-DGV (VAN OVERMEEREN, 1987).

Waterschap "het Vrije van Sluis" - Provincie Zeeland - Landinrichtingsdienst



LEGENDA



• lokatie boring, nummer volgens archief RIVM/RGO
 ○ lokatie peilpunt, nummer volgens archief DGV-TNO
 ⊗ lokatie peilpunt, nummer volgens PWS in Zeeland

chloridegehalte in mg/l met filterdiepte
 in m - NAP en jaar van monstername



globale begrenzing van gebieden waar grondwater met een chloridegehalte van minder dan 500 mg/l voorkomt

TNO-DGV
 dienst grondwaterverkenning

CHLORIDE-GEHALTE VAN HET GRONDWATER

RAFFORTIN	KAJAARINAD	SCHAAI
05. 82-76	ZEELANDS-VLAANDEREN	1 : 100 000

Figuur 6.3 Cl-gehalte van het grondwater in het onderzoeksgebied (Van Overmeeren, 1987).



6.3.1. Grondwateranalyse

De grondwateranalyse laat toe het reservoir hydrochemisch te karakteriseren a.d.h. van het zout- en/of chloridegehalte; de interpretatie volgt de classificatie Stuyfzand (Stuyfzand, 1986).

staal:			mp1-F1		
geleidbaarheid $\mu\text{S/cm}$: 28320			MV: -63		
pH: 7.15			O2 mg/l: 2.0		
TAC °F: 115.30			TA °F: 0		
kleur: 10H					
IONENBALANS					
kationen	mg/l	meq/l	anionen	mg/l	meq/l
Na ⁺	6740	293.043	Cl ⁻	11546.00	325.606
K ⁺	250.20	6.400	SO ₄ ²⁻	1663.00	34.646
Ca ²⁺	411.50	20.544	NO ₃ ⁻	4.80	0.077
Mg ²⁺	722.00	59.375	NO ₂ ⁻	0.18	0.004
Fe ^{2+/3+}	8.59	0.311	HCO ₃ ⁻	1406.66	23.060
Mn ²⁺	0.50	0.018	PO ₄ ²⁻	0.35	0.011
NH ₄ ⁺	7.40	0.410	CO ₃ ²⁻	0.00	0.000
som	8140.19	380.102	som	14620.99	383.405
error %		0.43			
TDS mg/l		22761.18			
type		S-NaCl +			

Tabel 6.3 resultaten grondwateranalyse mp1-F1

staal:			mp1-F2		
geleidbaarheid $\mu\text{S/cm}$: 1751			MV: -142		
pH: 7.26			O2 mg/l: 2.3		
TAC $^{\circ}\text{F}$: 77.20			TA $^{\circ}\text{F}$: 0		
kleur: <5H					
IONENBALANS					
kationen	mg/l	meq/l	anionen	mg/l	meq/l
Na ⁺	103.20	4.487	Cl ⁻	154.70	4.363
K ⁺	74.90	1.916	SO ₄ ²⁻	125.60	2.617
Ca ²⁺	105.25	5.255	NO ₃ ⁻	1.15	0.019
Mg ²⁺	129.00	10.609	NO ₂ ⁻	0.13	0.003
Fe ^{2+/3+}	1.50	0.054	HCO ₃ ⁻	941.84	15.440
Mn ²⁺	0.37	0.013	PO ₄ ²⁻	3.10	0.098
NH ₄ ⁺	5.50	0.305	CO ₃ ²⁻	0.00	0.000
som	419.72	22.639	som	1226.52	22.539
error %		0.22			
TDS mg/l		1646.24			
type		Fb-MgHCO ₃ +			

Tabel 6.4 resultaten grondwateranalyse mp1-F2



staal:		mp2-F1			
geleidbaarheid $\mu\text{S/cm}$: 28290		MV: -105			
pH: 7.01		O2 mg/l: 2.5			
TAC $^{\circ}\text{F}$: 99.20		TA $^{\circ}\text{F}$: 0			
kleur: 10H					
IONENBALANS					
kationen	mg/l	meq/l	anionen	mg/l	meq/l
Na ⁺	6460.00	280.870	Cl ⁻	11613.00	327.496
K ⁺	248.70	6.361	SO ₄ ²⁻	1745.00	36.354
Ca ²⁺	504.40	25.182	NO ₃ ⁻	2.00	0.032
Mg ²⁺	804.00	66.118	NO ₂ ⁻	0.27	0.006
Fe ^{2+/3+}	11.14	0.404	HCO ₃ ⁻	1210.24	19.840
Mn ²⁺	0.78	0.028	PO ₄ ²⁻	0.14	0.004
NH ₄ ⁺	8.80	0.488	CO ₃ ²⁻	0.00	0.000
som	8037.82	379.451	som	14570.65	383.732
error %	0.56				
TDS mg/l	22608.47				
type	S-NaCl o				

Tabel 6.5 resultaten grondwateranalyse mp2-F1

staal:		mp2-F2			
geleidbaarheid $\mu\text{S/cm}$: 1116		MV: -173			
pH: 7.91		O2 mg/l: 3.4			
TAC °F: 59.95		TA °F: 0			
kleur: 5H					
IONENBALANS					
kationen	mg/l	meq/l	anionen	mg/l	meq/l
Na ⁺	153.00	6.652	Cl ⁻	40.80	1.151
K ⁺	58.78	1.503	SO ₄ ²⁻	14.00	0.292
Ca ²⁺	38.30	1.912	NO ₃ ⁻	0.61	0.010
Mg ²⁺	40.90	3.363	NO ₂ ⁻	0.16	0.003
Fe ^{2+/3+}	0.26	0.009	HCO ₃ ⁻	731.39	11.990
Mn ²⁺	0.12	0.004	PO ₄ ²⁻	0.81	0.026
NH ₄ ⁺	2.97	0.165	CO ₃ ²⁻	0.00	0.000
som	294.33	13.610	som	787.77	13.471
error %		0.51			
TDS mg/l		1082.10			
type		F-NaHCO ₃ +			

Tabel 6.6 resultaten grondwateranalyse mp2-F2



staal:			mp3-F1		
geleidbaarheid $\mu\text{S/cm}$: 25510			MV: -150		
pH: 7.04			O2 mg/l: 1.2		
TAC °F: 101.25			TA °F: 0		
kleur: 5H					
IONENBALANS					
kationen	mg/l	meq/l	anionen	mg/l	meq/l
Na ⁺	6260.00	272.174	Cl ⁻	11121.00	313.621
K ⁺	180.00	4.604	SO ₄ ²⁻	1600.00	33.333
Ca ²⁺	560.50	27.983	NO ₃ ⁻	2.00	0.032
Mg ²⁺	680.00	55.921	NO ₂ ⁻	0.20	0.004
Fe ^{2+/3+}	13.79	0.500	HCO ₃ ⁻	1235.25	20.250
Mn ²⁺	0.59	0.021	PO ₄ ²⁻	0.20	0.006
NH ₄ ⁺	3.20	0.177	CO ₃ ²⁻	0.00	0.000
som	7698.08	361.381	som	13958.65	367.247
error %	0.81				
TDS mg/l	21656.73				
type	S-NaCl o				

Tabel 6.7 resultaten grondwateranalyse mp3-F1

staal:			mp3-F2		
geleidbaarheid $\mu\text{S/cm}$: 1748			MV: -176		
pH: 7.40			O2 mg/l: 2.6		
TAC °F: 70.90			TA °F: 0		
kleur: <5H					
IONENBALANS					
kationen	mg/l	meq/l	anionen	mg/l	meq/l
Na ⁺	82.20	3.574	Cl ⁻	127.70	3.601
K ⁺	94.85	2.426	SO ₄ ²⁻	96.70	2.015
Ca ²⁺	84.25	4.206	NO ₃ ⁻	0.98	0.016
Mg ²⁺	116.00	9.539	NO ₂ ⁻	0.15	0.003
Fe ^{2+/3+}	0.75	0.02	HCO ₃ ⁻	864.98	14.18
n ²⁺	0.40	0.015	PO ₄ ²⁻	14.04	0.443
NH ₄ ⁺	12.20	0.676	CO ₃ ²⁻	0.00	0.000
som	390.65	20.464	som	1104.55	20.258
error %	0.50				
TDS mg/l	1495.20				
type	F-MgHCO ₃ +				

Tabel 6.8 resultaten grondwateranalyse mp3-F2



staal:			mp4-F1		
geleidbaarheid $\mu\text{S/cm}$: 31850			MV: -142		
pH: 6.96			O2 mg/l: 1.3		
TAC °F: 85.70			TA °F: 0		
kleur: 5H					
IONENBALANS					
kationen	mg/l	meq/l	anionen	mg/l	meq/l
Na ⁺	7570.00	329.130	Cl ⁻	14070.00	396.785
K ⁺	230.70	5.901	SO ₄ ²⁻	1933.00	40.271
Ca ²⁺	758.60	37.873	NO ₃ ⁻	5.40	0.087
Mg ²⁺	990.00	81.414	NO ₂ ⁻	0.13	0.003
Fe ^{2+/3+}	20.94	0.759	HCO ₃ ⁻	1045.54	17.140
n ²⁺	1.08	0.039	PO ₄ ²⁻	0.13	0.004
NH ₄ ⁺	3.00	0.166	CO ₃ ²⁻	0.00	0.000
som	9574.32	455.283	som	17054.20	454.290
error %		0.11			
TDS mg/l		26628.52			
type		S-NaCl o			

Tabel 6.9 resultaten grondwateranalyse mp4-F1

staal:		mp4-F2			
geleidbaarheid $\mu\text{S/cm}$: 1638		MV: -277			
pH: 8.22		O2 mg/l: 2.0			
TAC °F: 81.80		TA °F: 0			
kleur: bruin					
IONENBALANS					
kationen	mg/l	meq/l	anionen	mg/l	meq/l
Na ⁺	392.75	17.076	Cl ⁻	37.50	1.058
K ⁺	15.97	0.408	SO ₄ ²⁻	54.30	1.131
Ca ²⁺	9.20	0.459	NO ₃ ⁻	1.66	0.027
Mg ²⁺	8.20	0.674	NO ₂ ⁻	0.17	0.004
Fe ^{2+/3+}	0.21	0.008	HCO ₃ ⁻	997.96	16.360
n ²⁺	0.05	0.002	PO ₄ ²⁻	7.35	0.232
NH ₄ ⁺	2.67	0.148	CO ₃ ²⁻	0.00	0.000
som	429.05	18.776	som	1098.94	18.811
error %		0.09			
TDS mg/l		1527.99			
type		F-NaHCO3 +			

Tabel 6.10 resultaten grondwateranalyse mp4-F2



staal:		mp5-F1			
geleidbaarheid $\mu\text{S/cm}$: 18910		MV: -148			
pH: 7.30		O2 mg/l: 3.9			
TAC °F: 145.50		TA °F: 0			
kleur: 15H					
IONENBALANS					
kationen	mg/l	meq/l	anionen	mg/l	meq/l
Na ⁺	4470.00	194.348	Cl ⁻	7355.00	207.417
K ⁺	162.70	4.162	SO ₄ ²⁻	1133.00	23.604
Ca ²⁺	317.70	15.861	NO ₃ ⁻	0.60	0.010
Mg ²⁺	470.00	38.651	NO ₂ ⁻	0.33	0.007
Fe ^{2+/3+}	3.59	0.130	HCO ₃ ⁻	1775.10	29.100
Mn ²⁺	0.39	0.014	PO ₄ ²⁻	1.61	0.051
NH ₄ ⁺	6.00	0.333	CO ₃ ²⁻	0.00	0.000
som	5430.38	253.499	som	10265.64	260.189
error %		1.30			
TDS mg/l		15696.02			
type		Bs-NaCl +			

Tabel 6.11 resultaten grondwateranalyse mp5-F1

staal:			mp5-F2		
geleidbaarheid $\mu\text{S/cm}$: 1448			MV: -213		
pH: 7.63			O2 mg/l: 3.6		
TAC °F: 67.60			TA °F: 0		
kleur: <5H					
IONENBALANS					
kationen	mg/l	meq/l	anionen	mg/l	meq/l
Na ⁺	118.30	5.143	Cl ⁻	62.90	1.774
K ⁺	81.10	2.074	SO ₄ ²⁻	61.30	1.277
Ca ²⁺	66.05	3.298	NO ₃ ⁻	1.50	0.024
Mg ²⁺	69.00	5.674	NO ₂ ⁻	0.19	0.004
Fe ^{2+/3+}	1.82	0.066	HCO ₃ ⁻	824.72	13.520
Mn ²⁺	0.42	0.015	PO ₄ ²⁻	0.25	0.008
NH ₄ ⁺	7.10	0.394	CO ₃ ²⁻	0.00	0.000
som	343.79	16.665	som	950.86	16.607
error %		0.17			
TDS mg/l		1294.65			
type		F-MgCO ₃ +			

Tabel 6.12 resultaten grondwateranalyse mp5-F2



staal:		mp6-F1			
geleidbaarheid $\mu\text{S/cm}$: 23300		MV: -142			
pH: 7.21		O2 mg/l: 1.4			
TAC °F: 97.95		TA °F: 0			
kleur: 10H					
IONENBALANS					
kationen	mg/l	meq/l	anionen	mg/l	meq/l
Na ⁺	5750.00	250.000	Cl ⁻	9806.00	276.537
K ⁺	231.50	5.921	SO ₄ ²⁻	1312.00	27.333
Ca ²⁺	360.30	17.988	NO ₃ ⁻	4.00	0.065
Mg ²⁺	628.00	51.645	NO ₂ ⁻	0.14	0.003
Fe ^{2+/3+}	7.12	0.258	HCO ₃ ⁻	1194.99	19.590
Mn ²⁺	0.28	0.010	PO ₄ ²⁻	0.26	0.008
NH ₄ ⁺	3.40	0.188	CO ₃ ²⁻	0.00	0.000
som	6980.60	326.011	som	12317.39	323.536
error %	0.38				
TDS mg/l	19297.99				
type	Bs-NaCl +				

Tabel 6.13 resultaten grondwateranalyse mp6-F1

staal:			mp6-F2		
geleidbaarheid $\mu\text{S/cm}$: 2037			MV: -195		
pH: 8.42			O2 mg/l: 6.0		
TAC °F: 115.20			TA °F: 3.50		
kleur: donkerbruin					
IONENBALANS					
kationen	mg/l	meq/l	anionen	mg/l	meq/l
Na ⁺	724.00	31.478	Cl ⁻	516.00	14.552
K ⁺	36.70	0.939	SO ₄ ²⁻	34.60	0.721
Ca ²⁺	44.95	2.244	NO ₃ ⁻	9.38	0.151
Mg ²⁺	35.50	2.919	NO ₂ ⁻	1.18	0.026
Fe ^{2+/3+}	6.26	0.227	HCO ₃ ⁻	1320.04	21.640
Mn ²⁺	0.31	0.011	PO ₄ ²⁻	5.01	0.158
NH ₄ ⁺	2.76	0.153	CO ₃ ²⁻	42.00	1.400
som	850.48	37.972	som	1928.21	38.648
error %	0.88				
TDS mg/l	2778.69				
type	B-NaHCO ₃ +				

Tabel 6.14 resultaten grondwateranalyse mp6-F2



staal:		mp7-F1			
geleidbaarheid $\mu\text{S/cm}$: 26610		MV: -92			
pH: 7.20		O2 mg/l: 3.0			
TAC °F: 97.40		TA °F: 0			
kleur: 15H					
IONENBALANS					
kationen	mg/l	meq/l	anionen	mg/l	meq/l
Na ⁺	6280.00	273.043	Cl ⁻	10448.00	294.642
K ⁺	208.70	5.338	SO ₄ ²⁻	1735.00	36.146
Ca ²⁺	376.20	18.782	NO ₃ ⁻	2.20	0.035
Mg ²⁺	660.00	54.276	NO ₂ ⁻	0.15	0.003
Fe ^{2+/3+}	14.62	0.530	HCO ₃ ⁻	1188.28	19.480
Mn ²⁺	0.63	0.023	PO ₄ ²⁻	0.25	0.008
NH ₄ ⁺			CO ₃ ²⁻	0.00	0.000
som	7540.15	351.992	som	13373.88	350.314
error %		0.24			
TDS mg/l		20914.03			
type		S-NaCl +			

Tabel 6.15 resultaten grondwateranalyse mp7-F1

staal:		mp7-F2			
geleidbaarheid $\mu\text{S/cm}$: 1182		MV: -181			
pH: 7.63		O2 mg/l: 4.3			
TAC °F: 53.80		TA °F: 0			
kleur: <5H					
IONENBALANS					
kationen	mg/l	meq/l	anionen	mg/l	meq/l
Na ⁺	53.00	2.304	Cl ⁻	75.80	2.138
K ⁺	57.04	1.459	SO ₄ ²⁻	114.40	2.383
Ca ²⁺	85.05	4.246	NO ₃ ⁻	0.87	0.014
Mg ²⁺	91.00	7.484	NO ₂ ⁻	0.13	0.003
Fe ^{2+/3+}	0.44	0.016	HCO ₃ ⁻	656.36	10.760
Mn ²⁺	0.17	0.006	PO ₄ ²⁻	2.58	0.081
NH ₄ ⁺	3.60	0.200	CO ₃ ²⁻	0.00	0.000
som	290.30	15.715	som	850.14	15.379
error %		1.08			
TDS mg/l		1140.44			
type		F-MgHCO ₃ +			

Tabel 6.16 resultaten grondwateranalyse mp7-F2



staal:		mp8-F1			
geleidbaarheid $\mu\text{S/cm}$: 2840		MV: -237			
pH: 7.77		O2 mg/l: 1.5			
TAC $^{\circ}\text{F}$: 134.75		TA $^{\circ}\text{F}$: 0			
kleur: donkerbruin					
IONENBALANS					
kationen	mg/l	meq/l	anionen	mg/l	meq/l
Na ⁺	691.00	30.043	Cl ⁻	200.58	5.657
K ⁺	30.23	0.773	SO ₄ ²⁻	8.64	0.180
Ca ²⁺	22.45	1.121	NO ₃ ⁻	12.81	0.207
Mg ²⁺	22.00	1.809	NO ₂ ⁻	0.26	0.006
Fe ^{2+/3+}	2.94	0.107	HCO ₃ ⁻	1643.95	26.950
Mn ²⁺	0.19	0.007	PO ₄ ²⁻	33.27	1.051
NH ₄ ⁺	0.68	0.038	CO ₃ ²⁻	0.00	0.000
som	769.49	33.898	som	1899.51	34.049
error %		0.22			
TDS mg/l		2669.00			
type		Fb-NaHCO ₃ +			

Tabel 6.17 resultaten grondwateranalyse mp8-F1

staal:		mp8-F2			
geleidbaarheid $\mu\text{S/cm}$: 1714.00		MV: -248			
pH: 8.12		O2 mg/l: 2.9			
TAC °F: 96.05		TA °F: 0			
kleur: lichtbruin					
IONENBALANS					
kationen	mg/l	meq/l	anionen	mg/l	meq/l
Na ⁺	430.50	18.717	Cl ⁻	23.40	0.660
K ⁺	19.80	0.506	SO ₄ ²⁻	17.70	0.369
Ca ²⁺	11.60	0.579	NO ₃ ⁻	3.42	0.055
Mg ²⁺	9.00	0.740	NO ₂ ⁻	0.00	0.000
Fe ^{2+/3+}	0.63	0.023	HCO ₃ ⁻	1171.81	19.210
Mn ²⁺	0.08	0.003	PO ₄ ²⁻	10.20	0.322
NH ₄ ⁺	0.75	0.042	CO ₃ ²⁻	0.00	0.000
som	472.36	20.610	som	1226.53	20.616
error %		0.01			
TDS mg/l		1698.89			
type		F-NaHCO ₃ +			

Tabel 6.18 resultaten grondwateranalyse mp8-F2



staal:			mp9-F1		
geleidbaarheid $\mu\text{S/cm}$: 30420			MV: -110		
pH: 7.18			O2 mg/l: 2.6		
TAC °F: 94.30			TA °F: 0		
kleur: 5H					
IONENBALANS					
kationen	mg/l	meq/l	anionen	mg/l	meq/l
Na ⁺	7830.00	340.435	Cl ⁻	13001.00	366.638
K ⁺	282.00	7.213	SO ₄ ²⁻	1786.00	37.208
Ca ²⁺	330.80	16.515	NO ₃ ⁻	4.00	0.065
Mg ²⁺	840.00	69.079	NO ₂ ⁻	0.28	0.006
Fe ^{2+/3+}	17.41	0.631	HCO ₃ ⁻	1150.46	18.860
Mn ²⁺	0.49	0.018	PO ₄ ²⁻	0.20	0.006
NH ₄ ⁺	15.40	0.854	CO ₃ ²⁻	0.00	0.000
som	9316.10	434.744	som	15941.94	422.784
error %	1.39				
TDS mg/l	25258.04				
type	S-NaCl +				

Tabel 6.19 resultaten grondwateranalyse mp9-F1

staal:			mp9-F2		
geleidbaarheid $\mu\text{S/cm}$: 27940			MV: -133		
pH: 7.44			O2 mg/l: 3.8		
TAC °F: 257.55			TA °F: 0		
kleur: 5H					
IONENBALANS					
kationen	mg/l	meq/l	anionen	mg/l	meq/l
Na ⁺	7010.00	304.783	Cl ⁻	11844.00	334.010
K ⁺	238.10	6.090	SO ₄ ²⁻	36.20	0.754
Ca ²⁺	146.30	7.304	NO ₃ ⁻	1.60	0.026
Mg ²⁺	784.00	64.474	NO ₂ ⁻	0.28	0.006
Fe ^{2+/3+}	3.90	0.141	HCO ₃ ⁻	3142.11	51.510
Mn ²⁺	0.15	0.005	PO ₄ ²⁻	8.94	0.282
NH ₄ ⁺	125.60	6.962	CO ₃ ²⁻	0.00	0.000
som	8308.05	389.760	som	15033.13	386.589
error %	0.41				
TDS mg/l	23341.18				
type	S-NaCl +				

Tabel 6.20 resultaten grondwateranalyse mp9-F2



staal:		mp10-F1			
geleidbaarheid $\mu\text{S/cm}$: 33130		MV: -168			
pH: 7.35		O2 mg/l: 1.7			
TAC °F: 81.85		TA °F: 0			
kleur: 5H					
IONENBALANS					
kationen	mg/l	meq/l	anionen	mg/l	meq/l
Na ⁺	8920.00	387.826	Cl ⁻	15565.00	438.945
K ⁺	340.40	8.707	SO ₄ ²⁻	1698.00	35.375
Ca ²⁺	377.10	18.827	NO ₃ ⁻	1.00	0.016
Mg ²⁺	1032.00	84.686	NO ₂ ⁻	0.15	0.003
Fe ^{2+/3+}	4.26	0.154	HCO ₃ ⁻	998.57	16.370
Mn ²⁺	0.83	0.030	PO ₄ ²⁻	36.51	0.111
NH ₄ ⁺	25.20	1.397	CO ₃ ²⁻	0.00	0.000
som	10699.79	501.809	som	18266.23	490.821
error %	1.11				
TDS mg/l	28966.02				
type	S-NaCl +				

Tabel 6.21 resultaten grondwateranalyse mp10-F1

staal:			mp10-F2		
geleidbaarheid $\mu\text{S/cm}$: 1604			MV: -300		
pH: 8.75			O2 mg/l: 1.7		
TAC °F: 73.60			TA °F: 4.40		
kleur: bruin					
IONENBALANS					
kationen	mg/l	meq/l	anionen	mg/l	meq/l
Na ⁺	376.50	16.370	Cl ⁻	51.40	1.450
K ⁺	21.26	0.544	SO ₄ ²⁻	72.03	1.501
Ca ²⁺	6.60	0.330	NO ₃ ⁻	0.97	0.016
Mg ²⁺	8.55	0.703	NO ₂ ⁻	0.10	0.002
Fe ^{2+/3+}	0.42	0.015	HCO ₃ ⁻	790.56	12.960
Mn ²⁺	0.06	0.002	PO ₄ ²⁻	15.75	0.497
NH ₄ ⁺	1.88	0.104	CO ₃ ²⁻	52.80	1.760
som	415.27	18.068	som	983.61	18.185
error %	0.32				
TDS mg/l	1398.88				
type	F-NaHCO ₃ +				

Tabel 6.22 resultaten grondwateranalyse mp10-F2



put	TDS in mg/l	Cl in mg/l	Stuyfzand (1986)	hoofdtype	De Moor & De Breuck (1969)	klasse
diepe filters						
mp1 F1	22761	11546	S-NaCl +	zout	MS	matig zout
mp2 F1	22608	11613	S-NaCl o	zout	MS	matig zout
mp3 F1	21657	11121	S-NaCl o	zout	MS	matig zout
mp4 F1	26629	14070	S-NaCl o	zout	S	zout
mp5 F1	15696	7355	Bs-NaCl +	brak-zout	MS	matig zout
mp6 F1	19298	9806	Bs-NaCl +	brak-zout	MS	matig zout
mp7 F1	20914	10448	S-NaCl +	zout	MS	matig zout
mp8 F1	2669	201	Fb-NaHCO ₃ +	zoet-brak	MB	matig brak
mp9 F1	25258	13001	S-NaCl +	zout	MS	matig zout
mp10 F1	28966	15565	S-NaCl +	zout	S	zout
ondiepe filters						
mp1 F2	1646	155	Fb-MgHCO ₃ +	zoet-brak	MB	matig brak
mp2 F2	1082	41	F-NaHCO ₃ +	zoet	WF	zwak zoet
mp3 F2	1495	128	F-MgHCO ₃ +	zoet	WF	zwak zoet
mp4 F2	1528	37	F-NaHCO ₃ +	zoet	WF	zwak zoet
mp5 F2	1295	63	F-MgCO ₃ +	zoet	WF	zwak zoet
mp6 F2	2779	516	B-NaHCO ₃ +	brak	MB	matig brak
mp7 F2	1140	76	F-MgHCO ₃ +	zoet	WF	zwak zoet
mp8 F2	1699	23	F-NaHCO ₃ +	zoet	MB	matig brak
mp9 F2	23341	11844	S-NaCl +	zout	MS	matig zout
mp10 F2	1399	51	F-NaHCO ₃ +	zoet	WF	zwak zoet

Tabel 6.23 Samenvatting van de resultaten van het analytisch onderzoek.

diepe filters (F1)

Met uitzondering van mp8 vertonen de grondwaterstalen uit alle diepe filters (F1) hoge TDS- en Cl-waarden. Volgens De Moor & De Breuck (1969) behoren zij tot de klasse zout of matig zout. Volgens Stuyfzand heeft men te doen met zout of brak-zout water van het NaCl-type. Ter hoogte van mp8 vertoont de onderste waterlaag een veel geringer Cl- en zoutgehalte; Volgens (DE MOOR & DE BREUCK, 1969) is het water matig brak, volgens Stuyfzand (STUYFZAND, 1986) zoet-brak. Het + teken voor mp 1, 5, 6, 7, 8, 9 & 10 wijst op de verdringing van zout door zoet water; de overige plaatsen wijzen op een evenwichtstoestand (suffix o).

matig diepe filters (F2)

In tegenstelling tot de diepere laag vertonen de stalen uit de middelste filters een grotere



variabiliteit, niettegenstaande het TDS gehalte relatief gelijkaardig blijft (uitzondering mp9-F2). Het ondiepe water is relatief zoet met uitzondering van mp9 (zout) en mp6 (brak). Volgens de Stuyfzand classificatie wordt in alle 10 de plaatsen zout door zoet water verdrongen. Het staal mp9-F2 bevat een opmerkelijk hoog ammoniumgehalte

Tabellen 6.24 en 6.25 geven respectievelijk de classificatie van (DE MOOR & DE BREUCK, 1967) en de classificatie van (STUYFZAND, 1986).

kwaliteitsklasse	TDS (mg/l)
zeer zoet (VF)	<200
zoet (F)	200-400
matig zoet (MF)	400-800
zwak zoet (WF)	800-1600
matig brak (MB)	1600-3200
brak (B)	3200-6400
zeer brak (VB)	6400-12800
matig zout (MS)	12800-25600
zout (S)	>25600

Tabel 6.24 Verrband tussen de TDS en het watertype (DE MOOR & DE BREUCK, 1969)

Hoofdtype	Cl (mg/l)
zoet water (F)	< 150
zoet - brak water (Fb)	150-300
brak - zoet water (B)	300-1000
brak - zout water (Bs)	1000-10000
zout water (S)	10000-20000
hyperhalien water (H)	>20000

Tabel 6.25 Verband tussen Cl-gehalte en hoofdtype (STUYFZAND, 1986)

De recentere classificatie van Stuyfzand vindt men in (STUYFZAND, 1993). Met het oog op mogelijke vergelijking met vroegere studies opteerden wij voor onderhavig verslag voor de classificatie volgens (STUYFZAND, 1986).

Het Cl-gehalte van het grondwater in het proefgebied Oostburg volgens OS 87-26 TNO-DGV (VAN OVERMEEREN, 1987) is weergegeven in tabel 6.26. Aanvullende kwaliteitsgegevens, zoals een kaart met het voorkomen van zoet/brak/zout grondwater, vindt men in het rapport OS 87-27 TNO-DGV "Grondwaterkaart Zeeland" (LEKAHENA, 1987).



put nr	Cl-gehalte in mg/l	filterdiepte (m NAP)	jaar v. monstername
21	180	20-21	52
503	10040	17-18	85
6(DGV)	2160	9-10	86
502	13059	16-17	85
41	14640	21-26	64
3	137	14-20	34
7	4170	18-19	51
4(DGV)	2730	12-13	86

Tabel 6.26 Cl-gehalte van het grondwater in de omgeving van Oostburg: OS 87-26 TNO-DGV (VAN OVERMEEREN, 1987)

Figuren 6.4 en 6.5 illustreren de grondwaterkwaliteit voor respectievelijk profiel AA' en BB'. Op de doorsneden vindt men de volgende informatie:

- do boorplaatsen;
- de positie van de diverse filters;
- het watertype volgens Stuyfzand;
- het TDS gehalte;
- het Cl-gehalte;
- de positie van de grondwatertafel;
- de ligging van het grensvlak tussen zoet en zout water volgens (DE BREUCK et al, 1989).

Verziltings- en verzoetingsprocessen zijn bepalend voor de actuele toestand van het grondwater in de polders. Na de verzilting van het grondwaterreservoir tengevolge de holocene transgressies, treed een verzoeting op. Deze begint met een verdunning van de poriënoplossing tengevolge de bijmenging van zoet water; hieropvolgend heeft men een kationuitwisseling van de mariene kationen (Na^+ , K^+ , Mg^{2+}) door Ca^{2+} -ionen. Een typische opeenvolging van grondwatertypen is: S-NaCl (o) → Bs-NaCl (o) → Bs-NaCl (+) → Bs-NaMix (+) → Bs- NaHCO_3 (+) → B- NaHCO_3 (+) → Fb- NaHCO_3 (+) → Fb- MgHCO_3 (+) → F- MgHCO_3 (+) → F- CaHCO_3 (+) → F- CaHCO_3 (o). Het al of niet volledig zijn van de oorspronkelijke verzilting heeft een invloed op deze sequentie waardoor lichte afwijkingen kunnen voorkomen.

profiel AA'

De litologie ter hoogte van profiel AA' is verduidelijkt in figuur 4.5. De coupe wordt gekenmerkt door de opeenvolging van holocene en pleistocene afzettingen met, ter hoogte van mp8 en mp1, belangrijke D-IIIb kreekssystemen. Het grondwater uit de bovenste zone wordt gekenmerkt door de aanwezigheid van het F- NaHCO_3 + en het F- Mg(H)CO_3 + watertype. In alle vijf de stalen wijst de + suffix op een verzoeting van het reservoir. De stalen uit de ondersten zone zijn typisch voor een oorspronkelijke verzilte toestand zonder dat de invloed van de verzoeting uitgesproken is. Het grondwater is er nog steeds behoorlijk zout. Ter hoogte van mp8 (kreef-afzettingen) komt het zoetere grondwater dieper voor. In het zuidwesten is de onderste zone



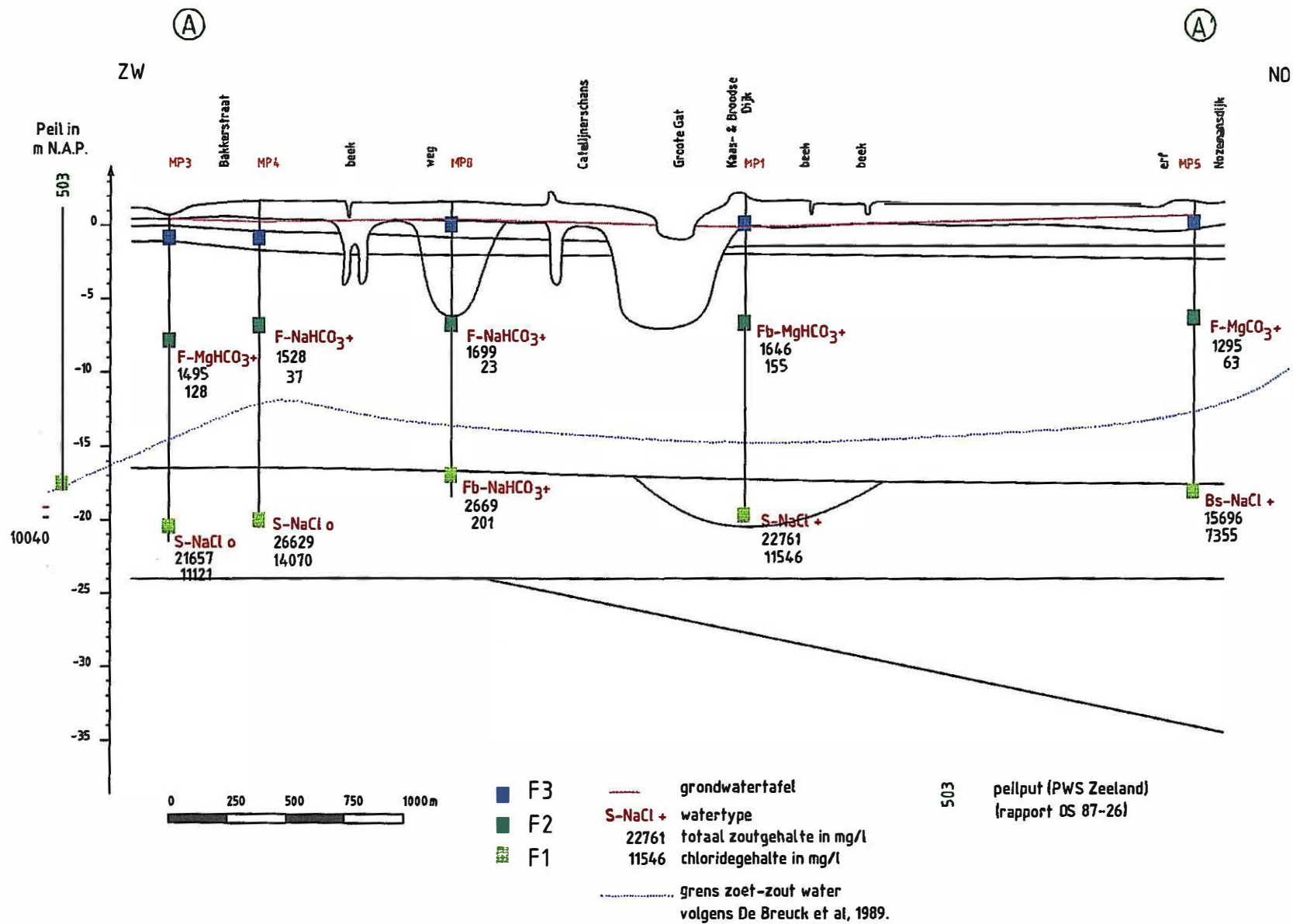
in evenwicht (suffix o), in het centrum en in het noordoosten is er een verdringing van zout door zoet water. Dit laatste blijkt ook uit het hoofdtype en uit het type. Profiel AA' wordt gekenmerkt door een toenemende verzoeting vanaf het maaiveld naar de diepere lagen; de overgang lijkt relatief homogeen te verlopen zonder opmerkelijke kwaliteitsverschillen ter hoogte van de zandige kreekssystemen (mp1 en mp8). Het Cl-gehalte van het grondwater uit put 503 (TGO-DGV) is in overeenstemming met de resultaten van deze studie.

profiel BB'

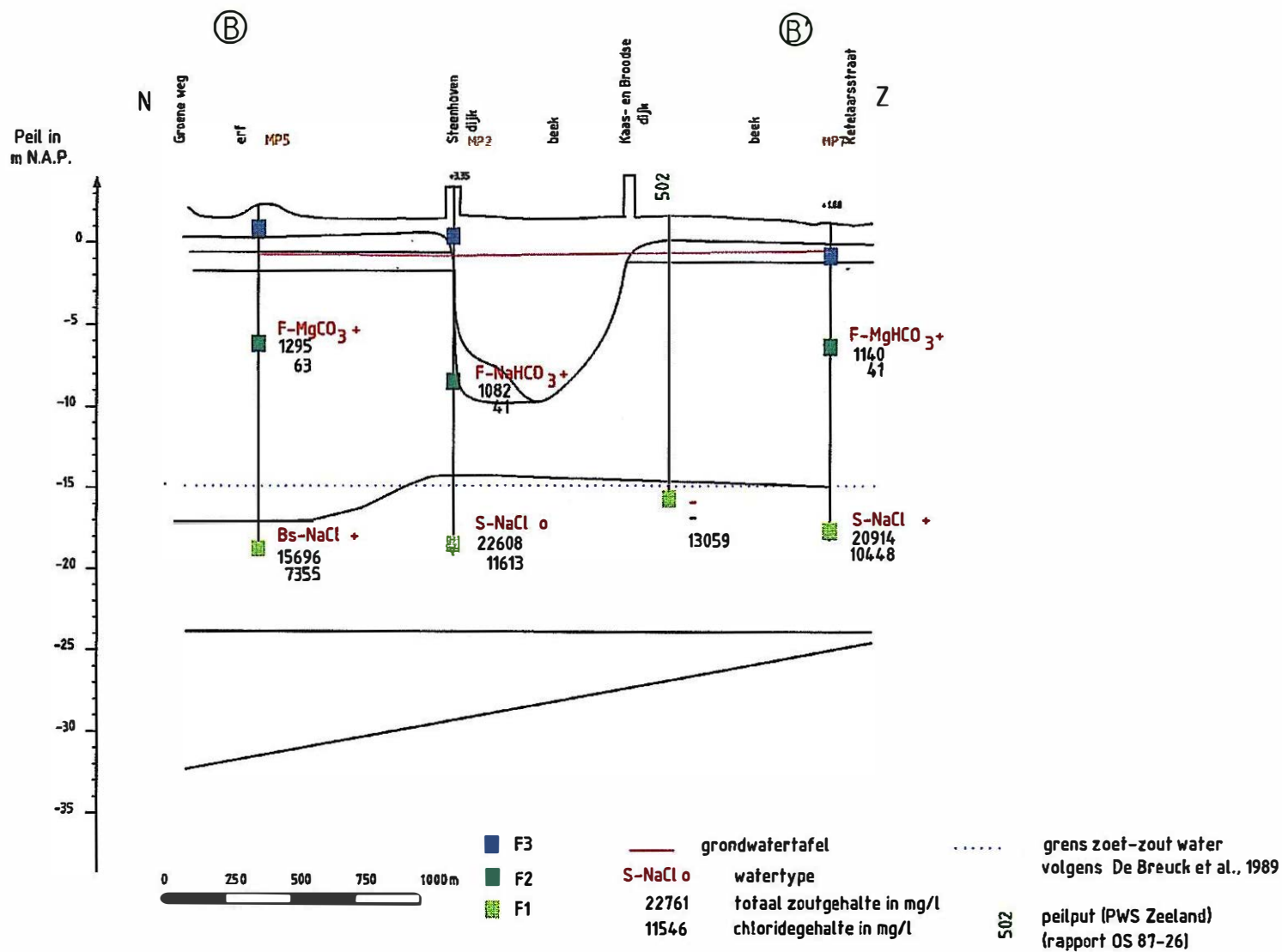
De litologie van profiel BB' vindt men in figuur 4.5. In het centrum van het profiel, ter hoogte van mp2, komt een belangrijke D-IIIb kreek voor; de basis van deze laatste bevindt zich vermoedelijk ter hoogte van de middelste filter (mp2-F2). Het grondwater uit de bovenste zone wordt gekenmerkt door het F-Mg(H)CO₃ watertype en ter hoogte van de D-IIIb kreek door het F-NaHCO₃ watertype. Dit lijkt opmerkelijk daar men op basis van de verzoetingssequentie het omgekeerde zou verwachten: het Mg-type is kenmerkend voor een verdere verzoeting dan het Na-type. Voor alle drie de stalen werd een verdringing van zout door zoet water vastgesteld. Het water uit de diepere filters vertoont een veel hoger zoutgehalte dan de bovenliggende zone; het is van het NaCl type met een verdringing van zout door zoet water ter hoogte van mp5 en mp7 en een evenwichtstoestand ter hoogte van mp2.

Mp 6 vertoont analoge kenmerken als mp2; beide liggen aan de rand van éénzelfde, relatief belangrijke D-IIIb kreek. Dit blijkt tevens uit de analyseresultaten; ook hier wordt voor de bovenste laag het NaHCO₃ (+) type nabij de kreek teruggevonden, het zoutgehalte is iets hoger dan in mp2 zodat als hoofdtype B geldt. Het diepe grondwater behoort tot het NaCl (+) type; in tegenstelling tot mp2 is er hier wel degelijk sprake van een verdringing van zout door zoet water en is het zoutgehalte minder hoog (Bs-type).

De overige plaatsen (mp9 & mp10) liggen buiten de profielen AA' en BB'. Ter hoogte van mp9 is zowel de bovenste als onderste zone zeer zout. In beide stalen werd het watertype S-NaCl (+) teruggevonden. Ter hoogte van mp10 heeft men onderaan zout grondwater van het S-NaCl (+) type en bovenaan zoet grondwater van het F-NaHCO₃ (+) type.



Figuur 6.4 Grondwaterkwaliteit - profiel AA'



Figuur 6.5 Grondwaterkwaliteit - profiel BB'



6.3.2 Resistiviteitsprofielen

Men kan ook de verzilting bepalen aan de hand van geo-fysische boorgatmetingen; met o.a. de lange- en korte normaalopstelling.

Uit de resistiviteitsmeting met de lange-normaalopstelling kan de grondwaterkwaliteit afgeleid worden; de korte-normaalopstelling geeft informatie omtrent de exacte diepte van de resistiviteitswijzigingen. Met de lange-normaalopstelling meet men de resistiviteit van het sediment (ρ_s). In zout grondwater is de variatie van de formatiefactor te verwaarlozen t.o.v. de variatie in resistiviteit van het grondwater. Men kan de gemeten resistiviteit met de lange-normaalopstelling omzetten naar TDS-gehalten en daaruit het grondwatertype bepalen. Deze omzetting geldt niet voor de zone boven de grondwatertafel. In zoet grondwater speelt de variatie in formatiefactor wel een rol.

kwaliteitsklasse	TDS mg/l	resistiviteit grondwater ($\Omega.m$, 11°C)	resistiviteit sediment ($\Omega.m$, 11°C, ln)
zeer zoet (VF)	<200	>50	>200
zoet (F)	200-400	50-25	200-100
matig zoet (MF)	400-800	25-12.5	100-50
zwak zoet (WF)	800-1600	12.5-6.25	50-25
matig brak (MB)	1600-3200	6.25-3.13	25-12.5
brak (B)	3200-6400	3.13-1.56	12.5-6.25
zeer brak (VB)	6400-12800	1.56-0.78	6.25-3.12
matig zout (MS)	12800-25600	0.78-0.39	3.12-1.56
zout (S)	>25600	<0.39	<1.56

Tabel 6.27 Verband tussen de resistiviteit van het sediment en de grondwaterkwaliteit. (WALRAEVENS, 1993 naar DE MOOR & DE BREUCK, 1969).

Voor profiel AA' en BB' werd een resistiviteitsprofiel opgesteld. Uitgaande van de resistiviteitsmetingen van de lange-normaalopstellingen werd voor elke boring de kwaliteitsklasse in functie van de diepte nagegaan. Aldus word een resistiviteitsprofiel opgesteld.

Op de resistiviteitsprofielen van AA' (Fig. 6.6) en BB' (Fig. 6.7) zijn aangeduid:

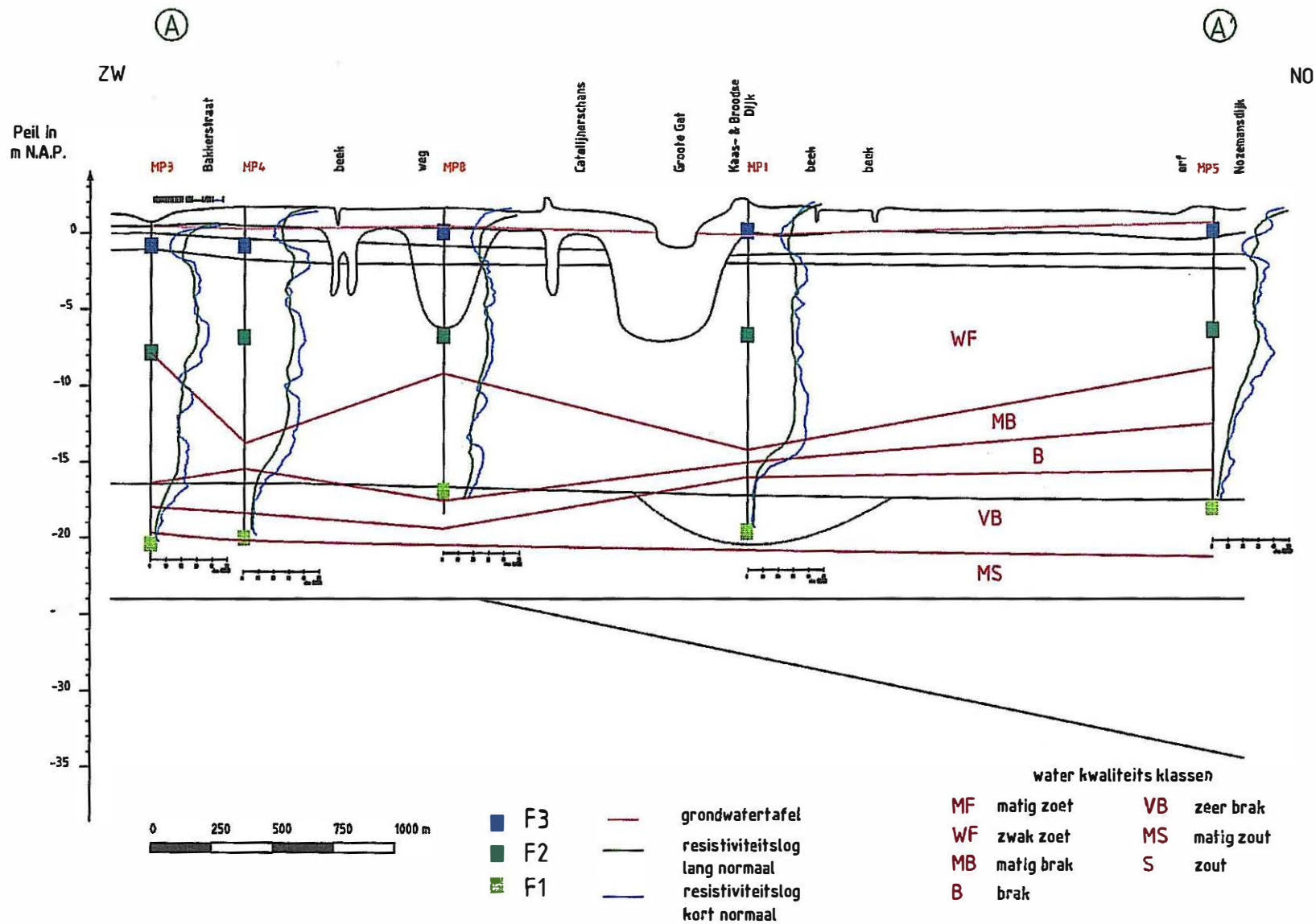
- de boringen en de filters;
- het diamgram van de lange-normaal- (groen) en de korte-normaal- (blauw) opstelling (max. schaal = 50 $\Omega.m$);
- de waterkwaliteitsklasse;
- de grondwatertafel.

Beide doorsneden geven een gelijkaardig beeld. In de bovenste 10 à 12 meter treft men hoofdzakelijk matig zoet grondwater aan. Hieronder ligt een overgangszone, die meestal minder dan

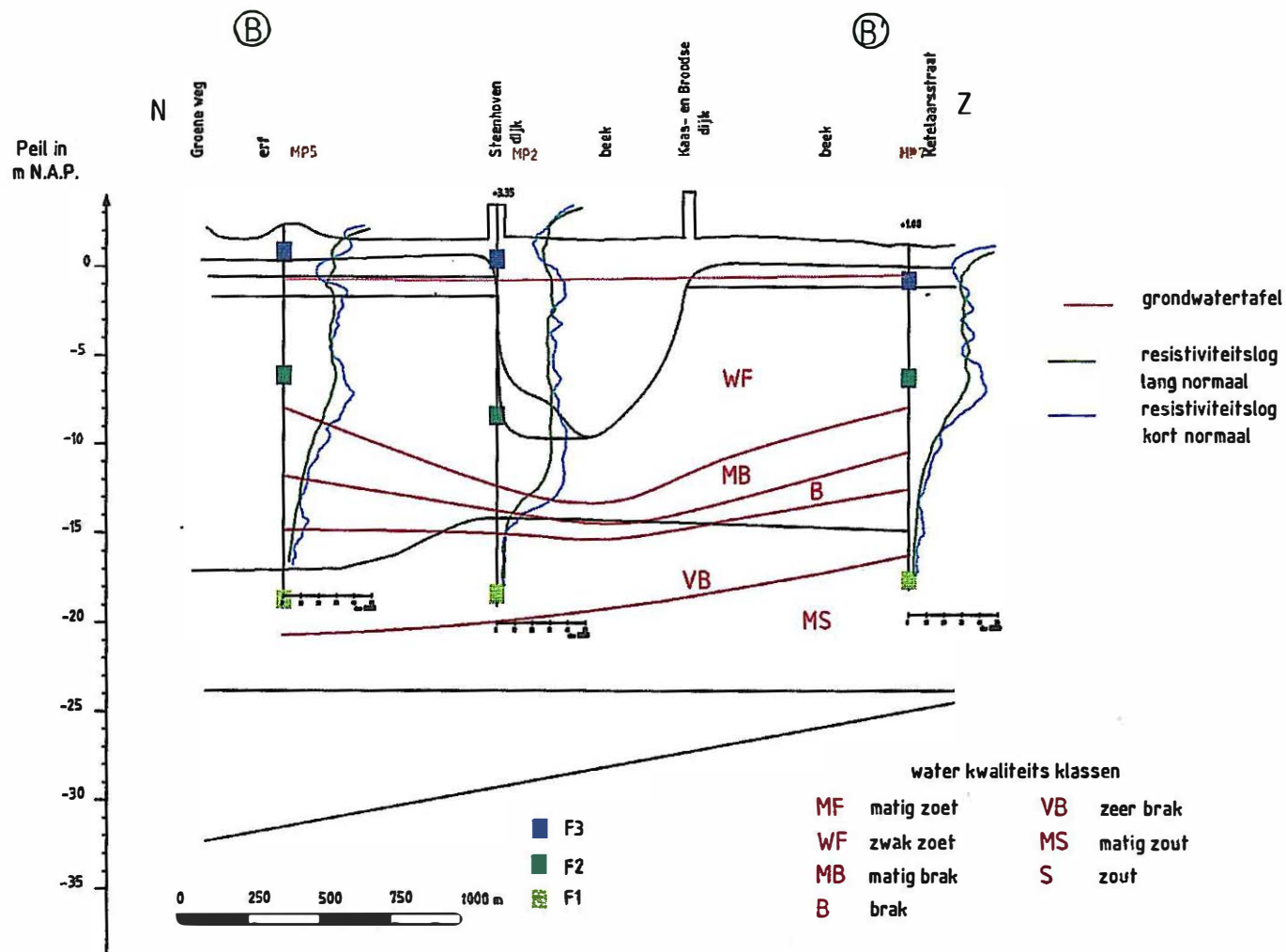


10 m dik is en waarin de waterkwaliteit overgaat van zwak zoet tot zeer brak. Aan de basis van het profiel, ter hoogte van de onderste filters of net iets dieper is het water matig zout. Net als voor de grondwateranalyses blijken de zandige D-IIIb kreek in profiel AA' (t.h.v. mp8 en mp1) niet overeen te stemmen met een dieper voorkomen van het zoete grondwater. Dit lijkt wel het geval te zijn voor de D-IIIb kreek in het centrum van profiel BB'.

De resultaten van de grondwateranalyses bevestigen de resistiviteitsprofielen. Zij geven een zelfde kwaliteitsbeeld, met dit verschil dat de graad van verzilting volgens de grondwateranalyses iets hoger is dan deze bepaald a.d.h. van de resistiviteitsmetingen. In de onderste filters vindt men op basis van de grondwateranalyses hoofdzakelijk MS- en S-watertypen.



Figuur 6.6 Resistiviteitsprofiel AA'



Figuur 6.7 Resistiviteitsprofiel BB'



6.4 Grondwaterstijghoogte en -stroming

6.4.1 Stijghoogtegegevens

meetpunt		hoogte meetpunt in m NAP	filter van ... tot in m NAP	opname 09/01 in m	waterpeil 09/01 in m NAP	zoetwater- stijghoogte in m NAP
mp1	F1	2.64	-19.04/-20.04	2.75	-0.11	-0.45
	F2	2.15	-6.09/-7.09	1.88	0.27	0.26
	F3	2.17	+0.71/-0.29	0.63	1.54	1.54
mp2	F1	3.29	-18.05/-19.05	3.00	0.29	-0.03
	F2	3.34	-8.05/-9.05	2.70	0.64	0.64
	F3	3.34	+0.85/-0.15	2.70	0.64	0.64
mp3	F1	0.54	-19.99/-20.99	0.60	-0.06	-0.40
	F2	0.55	-7.39/-8.39	0.30	0.25	0.24
	F3	0.58	-0.39/-1.39	0.15	0.43	0.43
mp4	F1	1.90	-19.80/-20.80	1.90	0.00	-0.41
	F2	1.72	-6.60/-7.60	1.35	0.37	0.36
	F3	1.35	-0.60/-1.60	1.10	0.25	0.25
mp5	F1	1.81	-17.34/-18.34	1.30	0.51	0.30
	F2	1.84	-5.64/-6.64	1.20	0.64	0.64
	0.F3	1.87	+0.86/-0.14	1.10	0.77	0.77
mp6	F1	3.07	-14.66/-16.86	2.60	0.47	0.24
	F2	3.06	-3.76/-4.86	2.60	0.46	0.45
	F3	3.07	+0.14/-0.86	2.60	0.47	0.47
mp7	F1	1.54	-17.27/-18.27	0.93	0.61	0.34
	F2	1.66	-5.92/-6.92	0.88	0.78	0.78
	F3	1.08	-0.42/-1.42	0.57	0.51	0.51
mp8	F1	2.24	-16.37/-17.37	1.90	0.34	0.31
	F2	2.20	-6.17/-7.17	1.83	0.37	0.36
	F3	1.57	+0.63/-0.37	1.15	0.42	0.42
mp9	F1	1.95	-14.50/-15.50	1.62	0.33	0.04
	F2	1.90	-5.50/-6.50	1.62	0.28	0.18
	F3	1.38	+0.50/-0.50	0.62	0.76	0.76
mp10	F1	4.80	-19.52/-20.52	5.10	-0.30	-0.75
	F2	4.85	-5.62/-6.62	5.00	-0.15	-0.15
	F3	2.26	+3.38/+2.38	1.50	0.76	0.76

Tabel 6.28 waterstanden, stijghoogten en zoetwaterstijghoogten voor de meetronde januari 1995.



Uit de stijghoogtegegevens kan men de grondwaterstroming afleiden. De invloed van de densiteit, tengevolge het wisselend zoutgehalte, wordt geëlimineerd door de stijghoogte om te rekenen naar zoetwaterstijghoogte. Voor de omzetting wordt de gemeten stijghoogte en het zoutgehalte ter hoogte van de filter (TDS uit waterstaal) in rekening gebracht.

De dichtheid van het water ρ_i die met een bepaalde TDS overeenstemt is af te leiden uit de formule:

$$\rho_i = 1000 + (0.8054 \cdot 10^{-3} \cdot \text{TDS}) - 0.0065 \cdot [t - 4 + (0.2214 \cdot 10^{-3} \cdot \text{TDS})]^2$$

met:

- t = gem. grondwatertemperatuur in °C (hier = 11°C)
- ρ_i = dichtheid water in stijgbuis (kg/m³)
- TDS = zoutgehalte (mg/l)

De zoetwaterstijghoogte h_f wordt gegeven door:

$$h_f = (h_i - Z_k) \cdot \left(\frac{\rho_i}{\rho_f} \right) + Z_k$$

met:

- h_f = zoetwaterstijghoogte in m NAP
- h_i = gemeten stijghoogte
- Z_k = plaats midden filter in m NAP
- ρ_i = dichtheid water in stijgbuis (kg/m³)
- ρ_f = dichtheid zoetwater (kg/m³)

Deze berekening werd uitgevoerd voor alle F1 en F2 peilbuizen. De zoetwaterstijghoogte in de F3 peilbuizen werd gelijkgesteld aan de erin gemeten stijghoogte. Het geringe zoutgehalte (F3) maakt dat de gemeten stijghoogte weinig verschilt van de zoetwaterstijghoogte voor de piëzometers F3. Bijlage 6.1 geeft de noodzakelijke parameters voor de berekening van de zoetwaterstijghoogte uitgaande van de gemeten stijghoogte.

6.4.2 Horizontale grondwaterstroming

Volgens het profiel AA' stroomt het grondwater in de Formatie van Schouwen (F1) en in de Formatie van Twente (F2) op dezelfde manier (Fig. 6.8). Vanuit de akkers stroomt het grondwater hoofdzakelijk naar het Groote Gat. Volgens profiel BB' (Fig. 6.9) is er nagenoeg geen horizontale grondwaterstroming in de Formatie van Twente; in de Formatie van Schouwen is de stroming gericht naar meetpunt mp2 (naar uitloper Groote Gat).



6.4.3 Verticale grondwaterstroming

Uitgaande van de zoetwaterstijghoogte van de ondiepe piëzometer kan men een theoretische zoetwaterstijghoogte in de diepe piëzometer berekenen (steunende op het TDS-gehalte), in de veronderstelling dat er geen verticale grondwaterstroming aanwezig is. De berekende waarde is in tabel 6.29 weergegeven. Indien de berekende zoetwaterstijghoogte verschilt van de uit de gemeten stijghoogte afgeleide zoetwaterstijghoogte (tabel 6.28) duidt dit op een verticale grondwaterstroming. Als de zoetwaterstijghoogte in de diepe piëzometer groter is dan de berekende dan is er een opwaartse stroming; in het andere geval duidt dit op een neerwaartse grondwaterstroming; het verschil tussen beide geeft de grootte-orde van stroming weer.

Tabel 6.29 geeft, voor de 10 plaatsen, de gemeten en berekende zoetwaterstijghoogte, het verschil tussen beide en de stroomrichting tussen respectievelijk F1 en F2 en tussen F2 en F3.

stroominterval	gemeten zoetwater-stijghoogte F1 (NAP)	berekende zoetwater-stijghoogte F1(NAP)	verschil in m	stroming
mp1 F1-F2	-0.45	+0.49	+0.94	↓
mp1 F2-F3	+0.26	+1.55	+1.29	↓
mp2 F1-F2	-0.03	+0.81	+0.84	↓
mp2 F2-F3	+0.64	+0.64	+0.00	0
mp3 F1-F2	-0.40	+0.45	+0.85	↓
mp3 F2-F3	+0.24	+0.44	+0.20	↓
mp4 F1-F2	-0.41	+0.63	+1.01	↓
mp4 F2-F3	+0.36	+0.26	-0.10	↑
mp5 F1-F2	+0.30	+0.78	+0.48	↓
mp5 F2-F3	+0.64	+0.77	+0.13	↓
mp6 F1-F2	+0.24	+0.62	+0.38	↓
mp6 F2-F3	+0.45	+0.48	+0.03	↓
mp7 F1-F2	+0.34	+0.96	+0.62	↓
mp7 F2-F3	+0.78	+0.51	-0.27	↑
mp8 F1-F2	+0.31	+0.38	+0.07	↓
mp8 F2-F3	+0.36	+0.43	+0.07	↓
mp9 F1-F2	+0.04	+0.35	+0.31	↓
mp9 F2-F3	+0.18	+0.87	+0.69	↓
mp10 F1-F2	-0.75	+0.15	+0.90	↓
mp10 F2-F3	-0.15	+0.76	+0.91	↓

↓: neerwaartse stroming ↑: opwaartse stroming 0: evenwicht

Tabel 6.29 Bepaling op- of neerwaartse grondwaterstroming

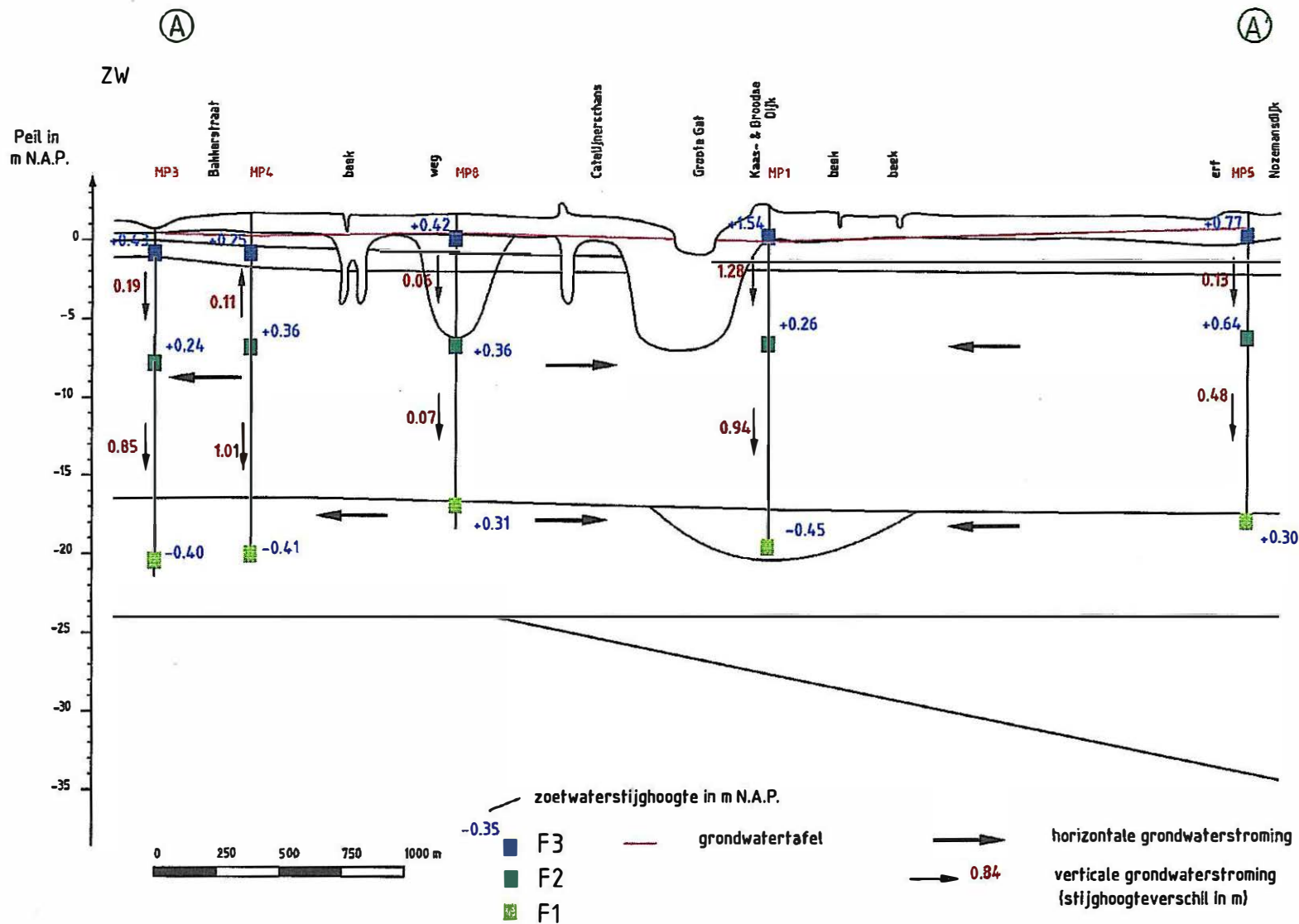
Uit de gegevens blijkt dat, althans voor wat betreft de meetronde januari 1995, de verticale grondwaterstroming op de 10 boorplaatsen tussen F2 en F1 neerwaarts gericht is. De stroming tussen F3 en F2 is meestal neerwaarts gericht; in mp4 en mp7 is zij opwaarts gericht en ter



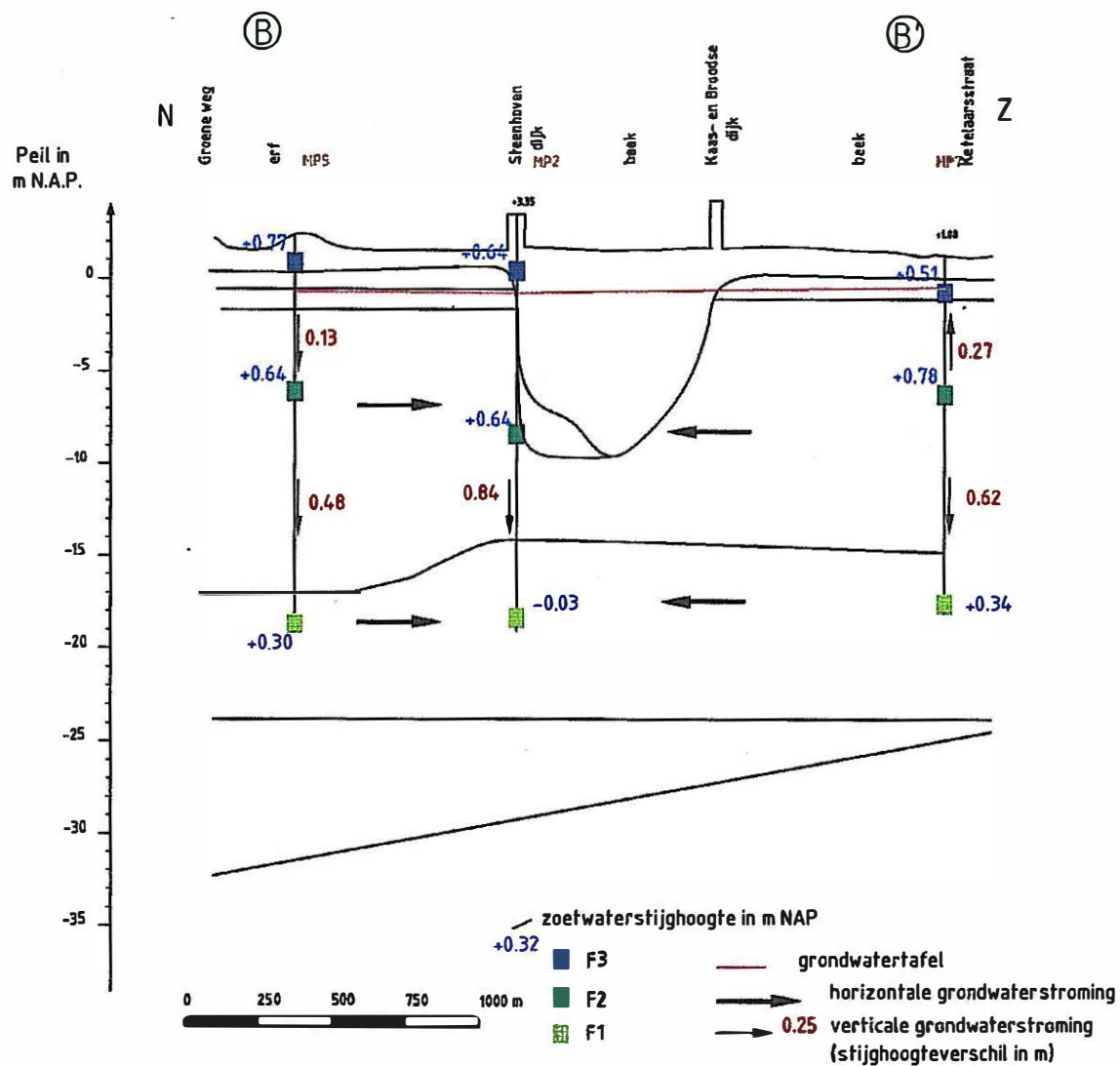
hoogte van mp2 is er nagenoeg geen verticale grondwaterstroming (gegevens januari 1995).

De grotere omvang van de zoetwaterlens ter hoogte van de D-IIIb kreek in profiel BB' valt samen met een relatief grote waarde voor de neerwaartse grondwaterstroming in mp2. Naast de hydrochemische gegevens duidt ook het stijghoogtepatroon op een infiltratie van zoet water en een verdringing van zout grondwater. Dit fenomeen doet zich ook voor in de overige meetpunten doch de infiltratie blijkt daar een orde kleiner te zijn. Hetzelfde geldt voor profiel AA': de stijghoogten geven een neerwaartse grondwaterstroming aan (uitz. mp4 F2-F3) met de verdringing van zoet door zout water. De D-IIIb kreekzone ter hoogte van mp1 vertoont net als mp2 een grotere verticale doorstroming. De put mp 8, die in zandige kreekafzettingen uitgebouwd is, laat geen grotere verticale infiltratie zien. De reden hiervoor is niet duidelijk, misschien speelt de kleilaag aan de basis van de kreekafzettingen (net boven de middelste filter) hierin een rol.

Een duidelijker beeld van de grondwaterstroming en de relatie tot de hydrochemische bouw mag verwacht worden na opmeting en verwerking van meerdere peilronden.



Figuur 6.8 Zoetwaterstijghoogte (cyaan), horizontale en verticale (rood) grondwaterstroming voor profiel AA'



Figuur 6.9 Zoetwaterstijghoogte (cyaan), horizontale en verticale (rood) grondwaterstroming voor profiel BB'



6 Samenvatting en conclusies

Onderhavig verslag omvat de resultaten van een geohydrologische studie voor het project "A2-Groen Structuur Passageule" en voor de "Herinrichting Kust West Zeeuwsch-Vlaanderen".

De studie is opgebouwd rond een geofysisch onderzoek en de inplanting van 10 grondwaterstandsmeetpunten.

geofysische prospectie

Elektromagnetisch onderzoek met EM34-3 apparatuur leverde informatie omtrent de laterale en verticale resistiviteitsverdeling in de ondiepe ondergrond voor zes profiellijnen. De belangrijkste besluiten werden vermeld in pag. 11 & 12. Opmerkelijk blijkt dat in de meeste profielen het zoet-/zoutwatergrensvlak relatief diep ligt in de akkers en relatief ondiep nabij waterlopen en kreken (p1-p4). Profiel p5 kent een aanzienlijke opstuwing van het zoet-/zoutwatergrensvlak in het begin van het profiel. De oorzaak hiervan is de intrusie van een ondiepe zoutwater-tong vanuit het noordwesten naar deze zone.

Op 11 plaatsen werd de hydrogeologische bouw nagegaan door geo-elektrische sonderingen. De metingen geven informatie over de litologie en het zoutgehalte. De twee belangrijkste resultaten voor elke sondering zijn de diepte van het zoet-/zoutwatergrensvlak en de diepte van de top van de zeer slecht-doorlatende klei.

Uit de studie blijkt dat het geo-elektrisch en elektromagnetisch onderzoek elkaar aanvullen en bevestigen. Op basis van de resultaten van het proefgebied kan men stellen dat, op de plaats van het uitgevoerde geofysisch onderzoek, de diepte van het zoet-/zoutwatergrensvlak vermeld in de verziltingskaart (De Breuck et al., 1989) overeenstemt met de resultaten van onderhavig verslag. De kaart kan als basis dienen voor deze plaatsen waar geen geofysische metingen werden verricht.

grondwaterstandsmeetpunten

Op 10 plaatsen werden, door het LTGH, 3 putten geboord volgens de spoelboormethode en uitgerust als grondwaterstandsmeetpunt; een ondiepe (F3), een matig diepe (F2) en een diepe (F1). In de diepe boorgaten werden geo-elektrische boorgatmetingen verricht. Alle diepe en matig diepe filterputten werden bemonsterd en geanalyseerd op hun zoutgehalte. Op een aantal putten werden slagproeven verricht.

De grondwaterstand werd opgemeten door het Waterschap.

De litologische bouw kan schematisch als volgt gegeven worden. Van boven naar onderen treft men een opeenvolging van holocene, pleistocene en tertiaire afzettingen. Voor het Holoceen



heeft men heterogene Duinkerke-IIIb- op Duinkerke-II-overstromingsafzettingen, rustend op Hollandveen. Afhankelijk van de plaats varieert de litologie van deze afzettingen en treft men de ganse of een gedeelte van deze sequentie aan. Hieronder liggen twee pleistocene lagen; een bovenste, hoofdzakelijk fijnzandige laag, die tot de Formatie van Twente wordt gerekend en een onderste, hoofdzakelijk grofzandige, die tot de Formatie van Schouwen behoort. In Oostburg vindt men onder de kwartaire afzettingen de Klei van Asse met eventueel erboven de Formatie van Zelzate.

In het bestek van deze studie is één watervoerende laag van belang, nl. de freatisch watervoerende laag in de diverse zandige kwartaire afzettingen die, eventueel samen met de zanden van de Formatie van Zelzate, één watervoerende laag vormen. De basis wordt gevormd door de zeer slecht-doorlatende Formatie van Maldegem, de zgn. "Klei van Asse".

De slagproeven geven (proefgebied Oostburg) een gemiddelde doorlatendheid voor de Formatie van Twente van 7.6 m/d en voor de Formatie van Schouwen van 39.4 m/d. Voor de kwartaire afzettingen varieerde de doorlatendheid tussen 2 m/d en 40 m/d.

Informatie betreffende het zoutgehalte van het grondwater werd bekomen uit de grondwateranalyses en uit de geofysische boorgatmetingen. Met uitzondering van mp8 vertonen de grondwaterstalen uit alle diepe filters een hoog zoutgehalte. Men heeft te doen met zout of brak-zout water volgens (STUYFZAND, 1986) of zout tot matig zout water volgens (DE MOOR & DE BREUCK, 1969). In de meeste gevallen heeft men te doen met een verdringing van zout door zoet water. De stalen uit de middelste filters vertonen een grotere variabiliteit. Het ondiep water is relatief zoet met uitzondering van mp9 (zout) en mp6 (brak). In de 10 plaatsen wordt zout door zoet water verdrongen. Aan de hand van de resistiviteitsmetingen werden twee resistiviteitsprofielen opgesteld. Beide geven een gelijkaardig beeld. In de bovenste 10 à 12 meter treft men hoofdzakelijk matig zoet grondwater aan. Hieronder ligt een overgangszone waarin de waterkwaliteit overgaat van zwak zoet naar zeer brak. Aan de basis van de profielen, ter hoogte van de onderste filters, is het grondwaterreservoir matig zout. Een duidelijke invloed ter hoogte van de diepe zandige D-IIIb-kreken is enkel merkbaar in profiel BB'. De resultaten van de grondwateranalyses bevestigen de resistiviteitsprofielen.

Het waterpeil in alle peilputten werd gemeten en omgezet naar stijghoogte. Aan de hand van het zoutgehalte werd de zoetwaterstijghoogte berekend. De zoetwaterstijghoogte in de 10 putten laat toe de horizontale grondwaterstroming na te gaan. Uitgaande van de zoetwaterstijghoogte in de bovenste filter (F2) werd de theoretische zoetwaterstijghoogte van de onderste filter (F1) bepaald. Het verschil tussen deze theoretisch berekende zoetwaterstijghoogte en de zoetwaterstijghoogte afgeleid uit de stijghoogtemeting en het zoutgehalte van de onderste filter (F1) vormt een maat voor de verticale grondwaterstroming. Uit de gegevens blijkt dat, althans voor de meetronde van januari 1995, de verticale grondwaterstroming tussen F2 en F1 op de 10 boorplaatsen neerwaarts gericht is. De stroming tussen F3 en F2 is meestal neerwaarts gericht. In mp4 en mp7 is zij opwaarts gericht, ter hoogte van mp2 is er nagenoeg geen verticale grondwaterstroming. Men mag een duidelijker beeld van de grondwaterstroming en de relatie tot de hydrochemische bouw verwachten na de meting en de verwerking van meerde-



re peilronden.

REFERENTIELIJST

BOUWER, H. (1989). The Bouwer and Rice Slug Test - An Update. Ground Water, Vol. 27 n° 3, p 304-309.

BOUWER, H & RICE, R.C. (1976). A slug test for determining hydraulic conductivity of unconfined aquifers with completely or partially penetrating wells. Water Resources Research, Vol. 12, p 423-428.

CSONKA, J., VAN DONGEN, P.G., JEURISSEN, G.F.J., & WALTER, F. (1968). Geofysische meetmethoden ten behoeve van geohydrologisch onderzoek. Dienst Grondwaterverkenning TNO, Jaarverslag 1968.

DE MOOR, G & DE BREUCK, W. (1969). De freatische waters in het Oostelijk Kustgebied en in de Vlaamse Vallei. Natuurwetenschappelijk Tijdschrift, 51, p.3-68.

DE BREUCK, W. BEEUWSAERT, E., VANDENHEEDE, J. (1989). Diepte van het grensvlak tussen zoet en zout water in de freatische watervoerende laag van Noordelijk Vlaanderen (1974-1975), Universiteit Gent, 1 kaart.

KEARY, P. & BROOKS, M. (1984). An introduction to geophysical exploration. Blackwell Scientific Publications, Oxford.

LEKAHENA, E.G. (1982). Grondwaterkaart van Nederland - Zeeuwsch-Vlaanderen. Inventarisatierapport GWK30, 40p.

LEKAHENA, E.G. & CORNELISSEN, C.M.L. (1987). Grondwaterkaart Zeeland. Toelichtingen op de compilatie van geohydrologische gegevens. Delft/Oostwolde, Dienst Grondwaterverkenning TNO (rapport OS 87-27, uitgevoerd in opdracht van Waterstaat Zeeland), 39p.

MC NEILL, J.D. (1983). EM34-3 Survey Interpretation Techniques. Geonics Limited Technical Note TN-8, 16p.

MC NEILL, J.D. (1980a). Electromagnetic terrain conductivity measurement at low induction numbers. Geonics Limited Technical Note TN-6.

MC NEILL, J.D. (1980b). Electrical conductivity of soils and rocks. Geonics Limited Technical Note TN-5.

MC NEILL, J.D. (1986). DL 55/34-3, Data Logging System for EM 34-3-DL Ground Conductivity Meter. User's Guide, 24 p.

STUYFZAND, P.J. (1986). A new hydrochemical classification of watertypes: Principles and application to the coastal dunes aquifer system of the Netherlands. Proceedings of the 9th Salt Water Intrusion Meeting, Delft, p.641-655.

STUYFZAND, P.J. (1993). Hydrochemistry and hydrology of the coastal dune area of the Western Netherlands. Amsterdam, Academisch proefschrift. KIWA, 366p.

VAN OVERMEEREN, R.A. (1987). Elektromagnetisch en geo-elektrisch onderzoek Zeeuws-Vlaanderen. Delft: Dienst Grondwaterverkenning, (rapport n° OS 87-26, uitgevoerd in opdracht van Rijkswaterstaat, Directie Waterhuishouding en Waterbeweging), 96p.

VAN RUMMELEN, F.F.F.E. (1977). Toelichting bij de geologische kaart van Nederland (1:50.000). Bladen Zeeuwsch-Vlaanderen West & Oost. Haarlem, Rijks Geologische Dienst, 79 p.

VERMOORTEL, Y. & DE BREUCK, W. (1993a). Geohydrologisch onderzoek Canisvlietse kreek. Definitief verslag. Universiteit Gent, 94p.

VERMOORTEL, Y. & DE BREUCK, W. (1993b). Geohydrologisch onderzoek. Project Waterspil. Gent: Universiteit Gent, 37p.

VERMOORTEL, Y. & DE BREUCK, W. (1995). Grondwateronderzoek Diepe Zandlagen. Universiteit Gent. Project TGO 93/45 in opdracht van Provincie Zeeland. 98 p.

WALRAEVENS, K. (1993). Grondwaterkwaliteit. Cursus, Gent: Universiteit Gent, 241 p.

ZOHDY, A.A.R., EATON, G.P. & MABEY, D.R. (1974). Application of surface geophysics to groundwater investigations. U.S. Geological Survey, Chapter D1, book 2, Washington.

BIJLAGE 2.1

EM-PROFILERING
RESISTIVITEIT IN Ω .M

EM-profiel p1

afstand in m	resistiviteit in ohm.m spoel 20 m	resistiviteit in ohm.m spoel 10 m	afstand in m	resistiviteit in ohm.m spoel 20 m	resistiviteit in ohm.m spoel 10 m
0		44.2	195		41.0
15		35.5	202	21.5	
29	27.0		210		41.2
30		35.5	217	21.8	
37	26.0		225		43.5
45		42.9	232	18.7	
52	27.5		240		40.0
60		45.2	247	17.0	
67	28.5		255		38.2
75		54.3	262	15.4	
82	29.0		270		17.9
90		58.0	277	13.2	
97	28.7		285		23.9
105		53.5	292	10.6	
112	27.9		300		21.6
120		42.8	307	9.4	
127	29.4		315		20.5
135		42.2	322	11.8	
142	25.9		330		15.8
150		48.2	337	8.9	
157	25.6		345		12.0
165		54.9	349	7.4	
172	24.4		360		10.3
180		38.8	367	4.7	
187	21.6		375	4.3	

zoet >25 ohm.m
brak 25 - 10 ohm.m
zout <10 ohm.m

EM-profiel p2

afstand in m	resistiviteit in ohm.m spoel 10 m	resistiviteit in ohm.m spoel 20 m	resistiviteit in ohm.m spoel 40 m
0			7.8
10	39.1		7.6
20	40.6	35.1	7.9
30	39.4	32.2	7.5
40	42.6	31.5	9.0
50	37.5	29.0	7.7
60	49.5	29.2	8.0
70	47.6	28.8	8.4
80	37.2	27.1	8.9
90	41.2	27.5	9.0
100	36.5	24.8	8.8
110	35.2	25.0	9.4
120	34.1	24.0	9.3
130	33.9	25.4	9.4
140	34.6	22.3	9.8
150	33.4	20.9	9.9
160	36.4	19.6	9.8
170	38.0	19.8	
180	41.2	18.4	
190	39.2	17.5	
200	39.1	14.9	
210	34.2		

zoet >25 ohm.m
brak 25 - 10 ohm.m
zout <10 ohm.m

EM-profiel p3

afstand in m	resistiviteit in ohm.m spoel 20 m	afstand in m	resistiviteit in ohm.m spoel 20 m	afstand in m	resistiviteit in ohm.m spoel 20 m
20	9.9	270	31.9	520	32.3
30	11.1	280	30.5	530	36.2
40	15.7	290	30.1	540	48.3
50	18.8	300	29.3	550	36.4
60	22.5	310	29.9	560	33.1
70	23.3	320	29.5	570	35.1
80	25.2	330	36.0	580	37.4
90	28.0	340	34.8	590	39.4
100	30.0	350	34.2	600	40.8
110	33.7	360	33.9	610	43.3
120	37.0	370	33.6	620	44.8
130	47.6	380	33.6	630	35.7
140	33.9	390	32.7	640	34.6
150	32.7	400	33.4	650	34.4
160	46.7	410	33.1	660	32.8
170	40.7	420	33.1	670	32.5
180	40.8	430	36.0	680	38.8
190	39.7	440	32.1	690	37.4
200	39.2	450	31.9	700	36.2
210	40.5	460	31.5	710	48.5
220	39.5	470	31.1	720	54.6
230	42.9	480	30.2	730	37.7
240	38.0	490	31.0	740	39.4
250	35.5	500	31.0	750	42.4
260	33.6	510	33.0	760	45.2

zoet >25 ohm.m
brak 10 - 25 ohm.m
zout <10 ohm.m

EM-profiel p4

afstand in m	resistiviteit in ohm.m spoel 20 m	resistiviteit in ohm.m spoel 10 m	afstand in m	resistiviteit in ohm.m spoel 20 m	resistiviteit in ohm.m spoel 10 m
10		18.5	250		69.1
20	11.7	21.3	260	37.2	71.9
30		23.2	270		71.9
40	10.3	24.0	280	37.4	75.8
50		28.0	290		66.7
60	10.5	28.1	300	33.9	66.7
70		30.5	310		64.1
80	9.6	29.9	320	32.9	64.1
90		35.3	330		60.2
100	12.0	33.7	340	31.3	58.1
110		41.2	350		58.1
120	19.3	46.9	360	27.7	54.3
130		48.5	370		49.5
140	23.6	54.4	380	26.0	51.0
150		54.8	390		48.3
160	27.8	54.1	400	22.6	46.3
170		59.2	410		46.3
180	29.9	64.1	420	19.8	42.0
190		63.7	430		53.5
200	31.9	63.3	440	15.7	46.3
210		61.7	450		40.5
220	34.8	69.4	460	13.0	32.4
230		67.1	470		27.8
240	36.4	69.9	480	10.9	24.9

zoet >25 ohm.m
brak 25 - 10 ohm.m
zout <10 ohm.m

EM-profiel 5

afstand in m	resistiviteit in ohm.m spoel 20 m	resistiviteit in ohm.m spoel 10 m	afstand in m	resistiviteit in ohm.m spoel 20 m	resistiviteit in ohm.m spoel 10 m
0		14.3	200	13.6	
15		31.5	210		33.2
20	9.9		215	13.2	
30		37.0	225		28.9
35	10.4		230	13.0	
45		31.3	240		25.4
50	12.0		245	10.5	
60		33.9	255		25.6
65	12.8		260	9.7	
75		25.1	270		29.2
80	13.0		275	9.6	
90		20.4	285		30.9
95	12.9		290	9.7	
105		16.3	300		33.1
110	13.2		305	10.3	
120		14.2	315		29.7
125	13.2		320	12.0	
135		14.2	330		29.2
140	13.9		335	11.6	
150		21.7	345		25.1
155	13.5		350	11.1	
165		27.0	360		21.4
170	13.8		365	10.4	
180		30.8	375		17.6
185	13.9		380	9.9	
195		33.7	388	8.5	

zoet >25 ohm.m
brak 25 - 10 ohm.m
zout <10 ohm.m

EM-profiel p6

afstand in m	resistiviteit in ohm.m spoel 20 m	resistiviteit in ohm.m spoel 10 m	afstand in m	resistiviteit in ohm.m spoel 20 m	resistiviteit in ohm.m spoel 10 m
10			310	8.9	
20	12.8	43.5	320	9.1	26.2
30	13.0		330	9.7	
40	8.7	19.6	340	9.3	27.5
50	10.2		350	9.3	
60	8.6	16.4	360	9.5	27.0
70	7.5		370	9.4	
80	6.2	12.3	380	9.6	28.8
90	5.5		390	9.5	20.8
100	5.2	8.9	400	9.7	
110	4.4		410	8.9	23.5
120	5.1	8.3	420	8.5	
130	4.5		430	8.6	23.3
140	4.7	8.8	440	8.2	
150	4.7		450	7.7	21.9
160	5.0	11.8	460	9.6	
170	5.7		470	8.9	19.4
180	6.1	9.8	480	10.0	
190	7.1		490	10.2	19.6
200	7.9	14.0	500	9.3	
210	9.0		510	10.0	19.4
220	9.8	17.7	520	11.1	
230	11.1		530	10.6	10.3
240	10.0	19.5	540	9.8	
250	11.0		550	9.2	9.2
260	8.5	24.2	560	9.5	
270	8.5		570	9.2	10.0
280	8.5	22.7	580	9.0	
290	8.7		590	8.5	
300	8.9	24.2	600	8.7	

zoet >25 ohm.m
brak 25 - 10 ohm.m
zout <10 ohm.m

BIJLAGE 3.1

GEO-ELEKTRISCHE SONDERING
MEETGEGEVENS

GEO-ELEKTRISCH ONDERZOEK PASSAGEULE

MEETPUNT: s1 KAARTBLAD: 54A OOSTBURG
 DATUM: 15/03/95 X= 24.475
 PLOEG: YV-RB-FF Y= 370.08
 OPSTELLING: Schlumberger Z= ca +1.7 NAP

L/2(m)	I/2 (m)	V (mV)	I (mA)	K (m)	resist.	L/2 (m)	I/2 (m)	V (mV)	I (mA)	K (m)	resist
1.0	0.25	6418.0	223.1	5.89	168.88	20		49.1	941.7	626.8	32.28
		6541.0	228.9					47.7	938.0		
1.25		3731.0	236.9	9.425	148.57	25		27.4	1002.0	980.2	26.64
		3766.0	238.7					26.6	984.7		
1.6		2562.0	268.9	15.69	149.65	32		13.4	1069.6	1607	20.24
		2577.0	269.9					13.4	1057.8		
2.0		1480.1	275.2	24.74	132.69	25	5	161.4	1030.7	188.5	29.45
		1432.8	267.9					158.3	1015.3		
2.5		1242.5	468.4	38.88	102.87	32		79.6	1132.1	313.9	22.24
		1241.7	470.5					80.0	1120.7		
3.2		747.9	617.6	63.95	77.96	40		40.2	1229.5	494.8	16.17
		763.7	622.3					40.6	1242.4		
4.0		478.5	752.5	100.1	63.19	50		20.2	1420.1	777.5	11.06
		479.2	764.6					20.0	1405.0		
5.0		237.2	602.3	156.7	61.27	63		7.9	1280.9	1239	7.71
		237.4	611.6					8.1	1289.2		
6.3		171.6	775.8	249	55.33	80		3.6	1122.9	2003	6.54
		171.8	769.5					3.7	1111.8		
5.0	1	812.2	617.2	37.7	49.76	100		2.6	1252.8	3134	6.30
		826.7	624.5					2.4	1231.9		
6.3		612.1	801.3	60.77	46.02	125		1.6	1182.8	4901	6.02
		590.6	786.8					1.3	1178.9		
8.0		377.6	858.8	98.96	43.31	100	20	11.4	1324.2	754	6.52
		373.8	857.9					11.4	1313.2		
10.0		334.3	940.3	155.5	55.24	125		6.6	1157.7	1196	6.74
		340.8	960.2					6.3	1132.3		
12.5		173.3	1047.1	243.9	40.87	160		5.2	1384.7	1979	7.40
		178.1	1050.0					5.1	1371.5		
16.0		125.3	1359.0	400.6	36.67	200		0.9	523.5	3110	6.84
		122.6	1349.1					1.4	522.0		

GEO-ELEKTRISCH ONDERZOEK PASSAGEULE

MEETPUNT: s2 KAARTBLAD: 53F SLUIS
 DATUM: 10/03/95 X= 16.275
 PLOEG: YV-FF-MG Y= 371.63
 OPSTELLING: Schlumberger Z= ca +1.5 NAP

L/2 (m)	I/2 (m)	V (mV)	I (mA)	K (m)	resist.	L/2 (m)	I/2 (m)	V (mV)	I (mA)	K (m)	resist.
1.0	0.25	4399.0	683.7	5.89	37.89	20		11.9	1210.6	626.8	6.29
		4345.0	675.7					12.0	1171.7		
1.25		2980.0	671.8	9.425	41.82	25		5.1	1365.0	980.2	3.71
		3011.0	678.5					5.3	1382.2		
1.6		1707.0	613.9	15.69	43.65	32		2.1	1356.4	1607	2.65
		1699.2	610.6					2.4	1373.6		
2.0		1253.9	689.5	24.74	45.56	25	5	31.3	1395.1	188.5	4.22
		1254.8	672.9					30.7	1374.3		
2.5		1506.5	1233.7	38.88	47.48	32		12.1	1359.2	313.9	2.81
		1507.4	1234.1					12.1	1347.8		
3.2		995.4	1342.5	63.95	47.35	40		8.1	1552.9	494.8	2.63
		988.1	1336.6					8.4	1553.9		
4.0		627.2	1388.9	100.1	45.15	50		4.8	1416.5	777.5	2.69
		622.0	1360.7					5.1	1447.2		
5.0		416.8	1517.7	156.7	43.18	63		3.3	1431.7	1239	2.96
		418.0	1511.7					3.5	1416.7		
6.3		215.7	1384.4	249	38.85	80		2.5	1389.2	2003	3.50
		217.5	1392.1					2.3	1357.0		
5.0	1	1419.9	1333.7	37.7	39.98	100		1.8	1337.3	3134	3.87
		1411.4	1336.1					1.5	1337.3		
6.3		804.1	1357.4	60.77	35.87	125		1.5	1444.6	4901	4.77
		798.8	1357.9					1.3	1431.8		
8.0		420.8	1383.1	98.96	30.00	100	20	7.5	1389.3	754	4.08
		421.4	1394.9					7.6	1398.1		
10.0		196.8	1321.4	155.5	23.48	125		6.0	1485.4	1196	4.82
		197.7	1292.0					5.9	1464.7		
12.5		92.2	1318.5	243.9	17.01	160		4.1	1645.6	1979	5.30
		91.1	1309.6					4.6	1607.2		
16.0		35.2	1347.6	400.6	10.49	200		2.5	1279.8	3110	5.89
		35.8	1364.1					2.4	1307.6		

GEO-ELEKTRISCH ONDERZOEK PASSAGEULE

MEETPUNT: s3 KAARTBLAD: 53F SLUIS
 DATUM: 23/02/95 X= 18.86
 PLOEG: YV-FF-MG Y= 371.75
 OPSTELLING: Schlumberger Z= ca. +2 NAP

L/2(m)	l/2 (m)	V (mV)	I (mA)	K (m)	resist.	L/2 (m)	l/2 (m)	V (mV)	I (mA)	K (m)	resist
1.0	0.25	4667.0	704.1	5.89	39.11	20		47.0	638.2	626.8	46.15
		4722.0	709.9					47.7	648.0		
1.25		3314.0	679.0	9.425	45.77	25		30.3	709.1	980.2	41.14
		3321.0	687.3					30.0	728.0		
1.6		2369.0	684.9	15.69	54.37	32		16.1	755.0	1607	34.60
		2402.0	692.0					16.5	759.0		
2.0		1591.0	630.3	24.74	62.35	25	5	186.8	817.7	188.5	42.90
		1578.0	627.1					184.9	815.5		
2.5		1289.0	701.8	38.88	71.33	32		89.8	760.7	313.9	36.68
		1306.0	712.6					89.9	777.4		
3.2		667.0	731.6	63.95	78.60	40		35.2	591.6	494.6	29.34
		886.0	711.2					35.1	594.0		
4.0		551.0	684.0	100.1	60.38	50		20.4	733.9	777.5	21.50
		553.0	690.8					20.7	752.6		
5.0		341.0	669.4	156.7	79.68	63		10.0	675.2	1239	14.26
		343.0	675.7					9.9	851.9		
6.3		232.0	760.5	249	76.17	80		2.5	522.6	2003	9.96
		236.0	769.4					2.7	521.1		
5.0	1	1329.0	659.0	37.7	76.14	100		2.7	1174.0	3134	7.86
		1336.0	661.6					3.2	1177.4		
6.3		906.0	736.4	60.77	74.04	125		1.4	879.6	4901	6.69
		910.0	756.0					1.0	878.1		
8.0		469.0	656.0	98.96	70.53	100	20	13.5	1270.0	754	8.03
		471.0	663.0					13.6	1274.6		
10.0		305.0	760.8	155.5	62.48	125		4.0	754.0	1196	6.95
		303.0	752.5					4.9	775.0		
12.5		167.0	723.7	243.9	56.06	160		4.3	1223.8	1979	6.71
		163.0	712.1					4.1	1253.9		
16.0		87.1	686.5	400.6	50.67	200		2.9	1274.8	3110	6.81
		87.2	691.6					2.7	1283.9		

GEO-ELEKTRISCH ONDERZOEK PASSAGEULE

MEETPUNT: s4 KAARTBLAD: 54A OOSTBURG
 DATUM: 23/02/95 X= 23.8
 PLOEG: YV-FF-MG Y= 371.88
 OPSTELLING: Schlumberger Z= ca +2.2 NAP

L/2(m)	l/2 (m)	V (mV)	I (mA)	K (m)	resist.	L/2 (m)	l/2 (m)	V (mV)	I (mA)	K (m)	resist
1.0	0.25	3434.0	753.6	5.89	26.81	20		93.0	1571.7	626.8	37.01
		3406.0	749.2					93.0	1578.4		
1.25		2048.0	699.2	9.425	27.62	25		68.0	1709.0	980.2	38.60
		2033.0	693.3					67.0	1718.9		
1.6		1155.0	662.0	15.69	27.38	32		29.0	1573.1	1607	28.76
		1177.0	674.2					27.0	1555.2		
2.0		734.0	650.9	24.74	27.54	25	5	281.7	1528.1	188.5	34.83
		745.0	677.9					279.4	1509.0		
2.5		416.0	605.5	38.88	26.80	32		143.0	1535.3	313.9	29.16
		402.0	581.4					144.2	1556.8		
3.2		299.0	704.2	63.95	27.27	40		66.7	1494.1	494.8	22.11
		297.0	693.6					67.0	1498.6		
4.0		213.0	749.8	100.1	28.67	50		27.1	1443.8	777.5	14.54
		215.0	744.4					27.5	1476.4		
5.0		143.0	734.7	156.7	30.52	63		10.7	1444.2	1239	9.19
		142.0	728.4					10.3	1385.6		
6.3		103.0	765.0	249	33.46	80		3.7	1271.2	2003	5.94
		100.0	745.7					3.9	1289.2		
5.0	1	503.0	605.4	37.7	31.05	100		2.0	1191.9	3134	5.33
		502.0	614.9					2.1	1219.3		
6.3		398.0	742.7	60.77	32.71	125		1.5	1575.9	4901	5.15
		388.0	717.6					1.8	1563.1		
8.0		270.0	733.8	98.96	36.51	100	20	8.0	1129.9	754	5.46
		266.0	718.9					8.5	1148.4		
10.0		176.0	745.3	155.5	36.78	125		7.1	1889.4	1196	5.15
		166.0	700.6					7.5	1703.2		
12.5		112.0	722.1	243.9	37.59	160		5.0	1901.6	1979	5.46
		104.0	679.2					5.5	1903.2		
16.0		68.0	731.4	400.6	37.00	200		2.9	1554.2	3110	5.91
		67.0	730.1					3.0	1550.1		

GEO-ELEKTRISCH ONDERZOEK PASSAGEULE

MEETPUNT: s5 KAARTBLAD: 54A OOSTBURG
 DATUM: 15/03/95 X= 25.15
 PLOEG: YV-FF-RB Y= 370.2
 OPSTELLING: Schlumberger Z= ca +2.0 NAP

L/2 (m)	I/2 (m)	V (mV)	I (mA)	K (m)	resist.	L/2 (m)	I/2 (m)	V (mV)	I (mA)	K (m)	resist
1.0	0.25	6001.0	742.1	5.89	47.52	20		51.7	1146.3	626.8	28.29
		6048.0	751.3					51.6	1142.2		
1.25		4054.0	805.0	9.425	47.52	25		38.9	1461.6	980.2	26.19
		4051.0	802.6					39.3	1465.6		
1.6		2533.0	881.8	15.69	45.19	32		21.6	1560.9	1607	22.41
		2528.0	875.3					21.7	1544.7		
2.0		1642.4	993.9	24.74	40.81	25	5	187.0	1474.9	188.5	23.91
		1643.8	998.1					187.5	1477.7		
2.5		911.2	937.0	38.88	37.56	32		106.2	1609.1	313.9	20.62
		915.1	953.7					105.8	1618.5		
3.2		408.9	804.6	63.95	32.70	40		48.7	1449.1	494.8	16.55
		408.2	793.5					48.8	1468.6		
4.0		293.8	938.1	100.1	31.21	50		23.3	1414.7	777.5	12.91
		292.5	942.6					23.6	1409.0		
5.0		230.4	1128.1	156.7	32.10	63		12.4	1546.6	1239	10.07
		233.0	1134.2					12.7	1543.1		
6.3		142.8	1059.7	249	33.61	80		5.2	1358.5	2003	7.91
		143.2	1059.0					5.5	1350.9		
5.0	1	818.1	1062.4	37.7	29.02	100		3.9	1713.5	3134	7.17
		830.5	1079.3					4.0	1741.0		
6.3		543.9	1079.6	60.77	30.84	125		2.1	1503.4	4901	6.97
		540.7	1057.8					2.2	1521.8		
8.0		313.0	972.5	98.96	31.86	100	20	16.5	1886.6	754	7.26
		312.4	970.0					16.1	1697.9		
10.0		221.6	1054.3	155.5	32.74	125		9.8	1591.0	1196	7.16
		218.6	1036.5					9.3	1597.7		
12.5		122.7	928.8	243.9	32.12	160		5.4	1527.2	1979	7.32
		122.2	931.1					5.8	1502.2		
16.0		75.2	988.3	400.6	30.56	200		3.2	1354.0	3110	7.55
		75.9	892.4					3.4	1363.2		

GEO-ELEKTRISCH ONDERZOEK PASSAGEULE

MEETPUNT: s7 KAARTBLAD: 54B IJZENDIJKE
 DATUM: 14/03/95 X= 35.575
 PLOEG: YV-FF-RB Y= 369.3
 OPSTELLING: Schlumberger Z= ca +0.6 NAP

L/2 (m)	l/2 (m)	V (mV)	I (mA)	K (m)	resist.	L/2 (m)	l/2 (m)	V (mV)	I (mA)	K (m)	resist
1.0	0.25	6628.0	1181.5	5.89	33.10	20		6.9	1125.0	626.8	3.96
		6602.0	1172.6					7.3	1122.2		
1.25		4472.0	1217.4	9.425	34.53	25		3.7	1345.0	980.2	2.68
		4482.0	1226.8					3.7	1357.6		
1.6		2880.0	1201.0	15.69	37.57	32		1.7	1168.5	1607	2.16
		2870.0	1200.6					1.5	1186.7		
2.0		2033.0	1309.9	24.74	38.41	25	5	16.9	1336.2	188.5	2.39
		2021.0	1301.6					16.8	1323.0		
2.5		1188.4	1190.8	38.86	38.84	32		8.9	1351.9	313.9	2.03
		1178.7	1178.7					8.6	1347.8		
3.2		756.3	1315.5	63.95	36.77	40		5.2	1284.8	494.8	1.98
		754.2	1311.5					5.0	1265.4		
4.0		344.9	1047.5	100.1	32.98	50		4.0	1442.3	777.5	2.07
		342.5	1038.7					3.7	1445.0		
5.0		215.0	1145.4	156.7	29.61	63		2.8	1450.2	1239	2.18
		215.4	1132.1					2.3	1455.5		
6.3		121.8	1245.9	249	24.35	80		1.8	1394.5	2003	2.37
		121.3	1240.4					1.5	1389.5		
5.0	1	831.7	1110.8	37.7	28.34	100		1.1	1339.4	3134	2.68
		828.8	1098.4					1.2	1352.0		
6.3		480.8	1246.5	60.77	23.41	125		0.8	1494.2	4901	2.93
		480.2	1248.4					1.0	1510.8		
8.0		205.1	1117.7	98.96	18.16	100	20	3.2	994.7	754	2.73
		206.2	1123.8					4.0	990.9		
10.0		91.4	1118.0	155.5	12.63	125		2.6	1151.6	1196	3.01
		90.1	1116.3					3.2	1149.7		
12.5		42.1	1226.8	243.9	8.29	160		2.7	1762.5	1979	3.34
		41.9	1243.5					3.3	1791.8		
16.0		21.3	1278.4	400.6	7.57	200		2.2	1829.3	3110	3.89
		27.1	1283.6					2.4	1851.9		

GEO-ELEKTRISCH ONDERZOEK PASSAGEULE

MEETPUNT: s8 KAARTBLAD: 54B IJZENDIJKE
 DATUM: 14/03/95 X= 37.8
 PLOEG: YV-FF-RB Y= 373.06
 OPSTELLING: Schlumberger Z= ca +1.6 NAP

L/2 (m)	I/2 (m)	V (mV)	I (mA)	K (m)	resist.	L/2 (m)	I/2 (m)	V (mV)	I (mA)	K (m)	resist
1.0	0.25	1604.6	141.6	5.69	66.75	20		13.0	1133.6	626.8	7.17
		1566.9	140.2					12.9	1130.4		
1.25		998.2	176.4	9.425	53.15	25		6.2	1481.7	980.2	4.07
		999.6	175.9					6.1	1483.3		
1.6		596.6	227.8	15.69	41.23	32		3.3	1710.6	1607	2.73
		590.7	224.0					2.5	1698.7		
2.0		263.7	171.6	24.74	38.05	25	5	37.3	1574.1	168.5	4.57
		266.1	172.7					38.8	1566.3		
2.5		234.1	273.8	38.88	33.30	32		14.0	1543.7	313.9	3.10
		235.1	274.1					16.6	1550.8		
3.2		118.4	248.9	63.95	30.65	40		11.9	1705.9	494.8	3.83
		117.7	243.8					14.6	1716.9		
4.0		55.1	197.4	100.1	27.67	50		9.6	1783.6	777.5	4.01
		54.3	198.4					8.6	1784.4		
5.0		33.9	214.4	156.7	24.35	63		3.5	1280.4	1239	3.96
		33.0	216.1					4.8	1310.3		
6.3		14.0	154.9	249	22.23	80		2.3	1212.7	2003	4.01
		13.7	155.4					2.6	1231.6		
5.0	1	153.0	227.8	37.7	25.07	100		4.3	1250.4	3134	9.53
		147.8	224.5					3.3	1250.1		
6.3		68.2	185.6	60.77	22.38	125		7.1	1542.9	4901	21.63
		68.4	185.4					6.5	1538.0		
8.0		67.9	367.0	98.96	18.22	100	20	20.4	1339.9	754	11.53
		67.4	368.0					20.7	1348.8		
10.0		38.4	370.5	155.5	16.27	125		33.0	1499.2	1196	25.87
		39.4	373.1					31.9	1501.2		
12.5		25.9	452.8	243.9	13.67	160		26.0	1418.8	1979	35.98
		24.8	451.7					25.6	1419.2		
16.0		21.8	883.1	400.6	9.75	200		22.3	1540.8	3110	46.34
		21.4	891.1					24.1	1572.1		

GEO-ELEKTRISCH ONDERZOEK PASSAGEULE

MEETPUNT: s9 KAARTBLAD: 53F SLUIS
 DATUM: 23/02/95 X= 19.75
 PLOEG: YV-FF-MG Y= 372.15
 OPSTELLING: Schlumberger Z= ca. +2 NAP

L/2 (m)	l/2 (m)	V (mV)	I (mA)	K (m)	resist.	L/2 (m)	l/2 (m)	V (mV)	I (mA)	K (m)	resist
1.0	0.25	4078.0	593.9	5.89	40.18	20		32.8	651.5	626.8	31.04
		4072.0	601.0					31.6	649.1		
1.25		2339.0	659.5	9.425	33.31	25		20.4	726.6	980.2	27.45
		2336.0	663.1					20.2	723.0		
1.6		1473.0	684.1	15.69	33.69	32		9.8	681.3	1607	22.80
		1470.0	686.7					9.6	686.4		
2.0		894.0	652.6	24.74	34.15	25	5	95.6	693.2	188.5	25.80
		888.0	638.6					95.9	706.1		
2.5		566.0	647.4	38.88	33.93	32		48.0	688.5	313.9	21.75
		561.0	644.2					47.9	695.3		
3.2		304.0	574.0	63.95	33.73	40		25.4	754.7	494.8	16.53
		302.0	575.1					25.2	759.8		
4.0		188.0	530.1	100.1	34.92	50		13.5	871.8	777.5	11.94
		184.0	536.5					13.2	867.4		
5.0		125.0	563.5	156.7	35.10	63		6.5	935.1	1239	8.39
		126.0	557.2					6.1	925.4		
6.3		104.0	698.1	249	36.39	80		2.1	702.3	2003	6.09
		101.0	704.9					2.2	710.7		
5.0	1	579.4	618.5	37.7	35.21	100		1.5	868.9	3134	5.77
		579.8	622.8					1.7	868.8		
6.3		407.1	684.5	50.77	36.01	125		1.7	1590.1	4901	5.05
		403.4	683.3					1.6	1615.3		
8.0		248.2	662.4	98.96	36.88	100	20	11.6	1508.3	754	5.75
		248.3	669.8					11.4	1505.3		
10.0		171.1	730.1	155.5	36.34	125		7.0	1609.2	1196	5.28
		171.4	735.6					7.2	1618.4		
12.5		108.5	736.4	243.9	35.66	160		4.9	1688.4	1979	5.51
		108.6	748.6					4.6	1722.4		
16.0		57.6	664.0	400.6	34.68	200		3.5	1594.8	3110	6.33
		56.7	656.2					3.0	1599.9		

GEO-ELEKTRISCH ONDERZOEK PASSAGEULE

MEETPUNT: s10 KAARTBLAD: 54B IJZENDIJKE
 DATUM: 14/03/95 X= 37.775
 PLOEG: YV-FF-RB Y= 372.15
 OPSTELLING: Schlumberger Z= ca +2.2 NAP

L/2 (m)	l/2 (m)	V (mV)	I (mA)	K (m)	resist.	L/2 (m)	l/2 (m)	V (mV)	I (mA)	K (m)	resist
1.0	0.25	5361.0	507.3	5.89	62.70	20		26.7	1377.6	626.8	11.92
		5380.0	501.7					25.9	1387.5		
1.25		3367.0	511.0	9.425	62.07	25		11.3	1200.2	980.2	9.22
		3361.0	510.6					11.4	1212.1		
1.6		1653.7	431.0	15.69	60.15	32		4.9	1104.2	1607	7.27
		1660.6	433.6					5.1	1106.1		
2.0		1069.5	484.4	24.74	54.69	25	5	66.7	1234.0	188.5	9.98
		1072.9	484.7					64.2	1238.3		
2.5		778.4	587.1	38.88	51.64	32		35.6	1408.1	313.9	7.92
		787.4	591.8					35.3	1400.2		
3.2		414.5	601.8	63.95	44.29	40		20.6	1334.0	494.8	7.59
		417.0	598.7					20.1	1319.7		
4.0		402.4	1024.8	100.1	39.27	50		12.3	1380.0	777.5	7.45
		402.1	1025.9					14.2	1385.5		
5.0		198.3	848.3	156.7	36.83	63		8.2	1151.1	1239	9.51
		200.5	848.5					9.5	1153.8		
6.3		175.8	1303.3	249	33.68	80		7.3	1211.1	2003	13.02
		177.5	1308.8					8.5	1219.2		
5.0	1	706.8	748.1	37.7	35.45	100		7.4	1606.9	3134	15.19
		705.2	753.6					8.2	1610.7		
6.3		588.8	1110.3	60.77	32.00	125		5.9	1228.8	4901	22.87
		583.8	1116.6					5.6	1235.7		
8.0		343.7	1265.0	98.96	26.50	100	20	23.3	1318.6	754	13.76
		333.0	1262.1					25.0	1328.2		
10.0		145.9	993.8	155.5	22.53	125		17.0	1138.9	1196	18.17
		141.5	989.7					17.7	1145.2		
12.5		80.5	1036.2	243.9	18.68	160		15.5	1182.9	1979	26.39
		77.8	1031.0					16.1	1186.7		
16.0		39.8	1002.7	400.6	15.56	200		13.8	1325.2	3110	31.97
		38.8	1021.4					13.5	1330.4		

GEO-ELEKTRISCH ONDERZOEK PASSAGEULE

MEETPUNT: s11 KAARTBLAD: 53F SLUIS
 DATUM: 10/03/95 X= 15.375
 PLOEG: YV-FF-MG Y= 372.83
 OPSTELLING: Schlumberger Z= ca +1.6 NAP

L/2 (m)	I/2 (m)	V (mV)	I (mA)	K (m)	resist.	L/2 (m)	I/2 (m)	V (mV)	I (mA)	K (m)	resist
1.0	0.25	3344.0	599.7	5.89	32.64	20		27.2	1166.2	626.8	14.66
		3336.0	605.7					27.5	1172.5		
1.25		2116.0	569.7	9.425	35.01	25		11.7	1294.7	980.2	8.93
		2125.0	572.1					11.9	1296.1		
1.6		1388.7	515.7	15.69	42.30	32		3.7	1195.4	1607	4.71
		1393.8	516.3					3.4	1228.0		
2.0		974.3	474.5	24.74	50.80	25	5	36.2	700.6	188.5	9.72
		967.1	471.0					36.0	700.0		
2.5		1074.3	751.8	38.88	55.39	32		11.2	699.1	313.9	5.05
		1072.8	755.4					11.2	693.3		
3.2		935.9	1077.7	63.95	55.79	40		4.6	707.5	494.8	3.18
		939.0	1071.3					4.5	710.6		
4.0		602.7	1078.9	100.1	56.03	50		2.5	736.1	777.5	2.60
		608.6	1085.3					2.4	729.5		
5.0		386.0	1109.7	156.7	54.48	63		2.4	1098.7	1239	2.54
		383.9	1104.7					2.1	1095.9		
6.3		284.5	1323.2	249	53.55	80		1.5	969.5	2003	2.91
		285.4	1326.6					1.3	956.9		
5.0	1	1451.7	1036.5	37.7	52.96	100		1.3	1145.9	3134	3.30
		1463.8	1038.8					1.1	1134.4		
6.3		1034.2	1174.5	60.77	53.21	125		0.9	1183.9	4901	3.73
		1027.2	1179.7					0.9	1180.9		
8.0		509.0	1030.5	98.96	49.09	100	20	7.0	1567.5	754	3.33
		517.4	1038.4					6.9	1583.7		
10.0		333.9	1195.5	155.5	43.50	125		3.5	1104.3	1196	3.78
		334.0	1191.9					3.5	1107.6		
12.5		108.5	776.2	243.9	34.10	160		3.3	1521.8	1979	4.30
		109.5	783.0					3.3	1518.4		
16.0		60.8	1044.0	400.6	23.33	200		3.0	1898.1	3110	4.89
		60.7	1042.2					3.0	1915.5		

GEO-ELEKTRISCH ONDERZOEK PASSAGEULE

MEETPUNT: s12 KAARTBLAD: 53F SLUIS
 DATUM: 10/03/95 X= 16
 PLOEG: YV-FF-MG Y= 373.37
 OPSTELLING: Schlumberger Z= ca +1.4 NAP

L/2 (m)	I/2 (m)	V (mV)	I (mA)	K (m)	resist.	L/2 (m)	I/2 (m)	V (mV)	I (mA)	K (m)	resist
1.0	0.25	3392.0	828.9	5.89	24.00	20		19.5	1760.8	626.8	6.93
		3387.0	834.9					19.6	1774.8		
1.25		2789.0	1060.6	9.425	24.90	25		4.5	844.9	980.2	5.18
		2795.0	1058.1					4.4	838.7		
1.6		1648.1	1075.6	15.69	24.03	32		1.8	924.7	1607	3.40
		1631.3	1065.2					2.1	921.1		
2.0		1889.5	1827.2	24.74	25.53	25	5	25.1	879.8	188.5	5.35
		1878.0	1824.1					25.2	892.2		
2.5		1190.2	1895.2	38.88	24.57	32		11.5	997.0	313.9	3.59
		1208.2	1899.5					11.3	998.2		
3.2		671.5	1785.2	63.95	24.05	40		6.1	1120.5	494.8	2.64
		677.3	1801.7					5.9	1124.7		
4.0		395.4	1732.4	100.1	22.86	50		3.1	944.1	777.5	2.44
		394.0	1725.0					2.9	967.5		
5.0		228.1	1619.2	156.7	22.09	63		2.2	1036.1	1239	2.49
		229.7	1629.0					2.0	1052.7		
6.3		152.4	1844.1	249	20.59	80		1.9	1252.2	2003	2.88
		152.9	1848.2					1.7	1248.8		
5.0	1	892.8	1724.3	37.7	19.56	100		0.9	802.6	3134	3.10
		882.1	1697.4					0.7	817.6		
6.3		570.8	1939.2	60.77	17.85	125		0.8	1259.8	4901	3.70
		568.0	1938.8					1.1	1257.3		
8.0		304.1	1740.5	98.96	17.17	100	20	4.2	944.3	754	3.39
		302.3	1755.4					4.3	944.5		
10.0		183.3	1883.0	155.5	15.16	125		3.8	1238.2	1196	3.81
		185.5	1900.7					4.1	1242.1		
12.5		92.6	1723.2	243.9	13.14	160		2.5	1126.8	1979	4.56
		93.1	1723.2					2.7	1130.4		
16.0		35.6	1505.7	400.6	9.56	200		1.8	1341.5	3110	4.43
		36.0	1493.2					2.0	1329.3		

BIJLAGE 4.1
BOORSTATEN
MP1-MP10

**Laboratorium voor Toegepaste Geologie en Hydrogeologie****Universiteit Gent** - Prof. Dr. W. De Breuck

Krijgslaan 281 - B-9000 Gent

© 09/264.46.47 fax: 09/264.49.88

info. Vermoortel Y. © 09/264.46.54

PROJECT: Passageule

PROJECT No: TGO 94/35

opdrachtgever: Waterschap Het Vrije van Sluis

date: 15 december 1994

Boring: mp 1**Lokatie: Oostburg****Adres: Kaas en Broodse dijk****Geol. /Bod. Krt.:****X: 24,725 -Y: 372,300****Boorsysteem/-toestel: gespoeld/SPOBO1 & H-BOOR****Boorploeg: RB/EP/YV****Boormeester: RB****Grondbeschrijving door: YV****Maaiveld: + 2,21 (m N.A.P.) opgemeten****Kaart Nr.: 54A - Oostburg****Einddiepte: 22 m -mv**

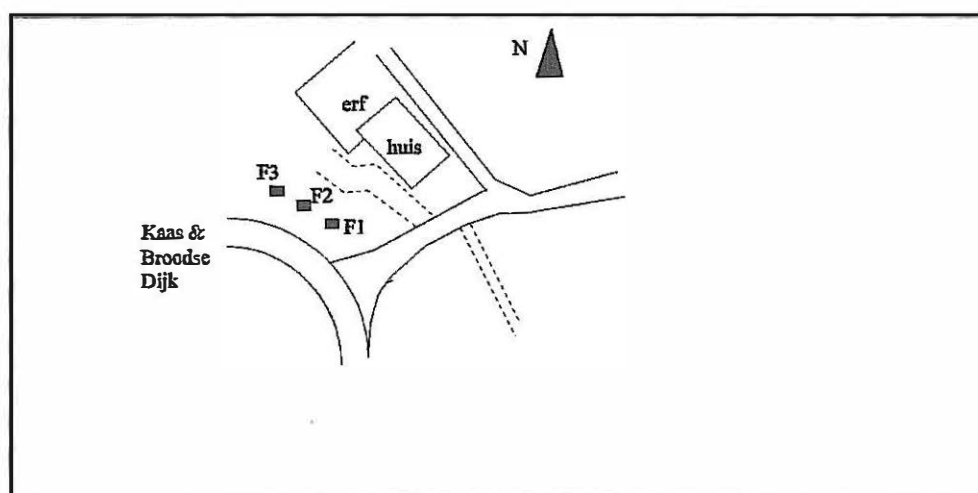
boorwijze	diameter in mm	diepte onder mv in m	filter	boorgatmeting
gespoeld SPOBO-1	120	0 - 22,25	F1	gam-cal-pw-sp-ln-sn
gespoeld H-BOOR	120	0 - 9,3	F2	
gespoeld H-BOOR	120	0 - 2,5	F3	

peilfilter constructie F1/F2/F3	verschillend boorgat: ja
filter	top PVC buis in m N.A.P.
F1	+ 2,64
F2	+ 2,15
F3	+ 2,17

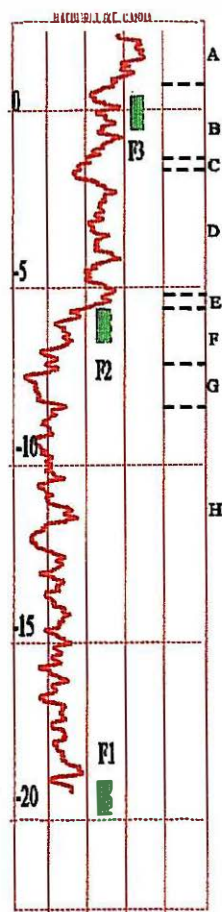
F1 15/12/1994	diepte van - tot (in m)	lengte in m	diam. inw/uitw. in mm	mat.	kenm.
filter	22,25 - 21,25	1,00	58/63	PVC	zaagsnede 0,30 mm
stijgbuis	21,25 - 0,00		58/63	PVC	
filter omstorting	22,25 - 20,30			gecal.zand	0,7 - 1,25 mm
opvulling	15,95 - 0,00			boormodder	
centreerbeugels	/				
stop(pen)	20,30 - 15,95	4,35		kleistop	compactonit
afwerking	opzetbuis				

F2 15/12/1994	diepte van - tot (in m)	lengte in m	diam. inw/uitw. in mm	mat.	kenm.
filter	9,3 - 8,3	1,0	58/63	PVC	zaagsnede 0,30 mm
stijgbuis	8,3 - 0,0		58/63	PVC	
filter omstorting	9,3 - 8,05			gecal.zand	0,7 - 1,25 mm
centreerbeugels	/				
stop(pen)	8,05 - 6,63	1,42		kleistop	compactonit
afwerking	straatpot				

F3 15/12/1994	diepte van - tot (in m)	lengte in m	diam. inw/uitw. in mm	mat.	kenm.
filter	2,5- 1,5	1,0	58/63	PVC	zaagsnede 0,30 mm
stijgbuis	1,5- 0,0		58/63	PVC	
filter omstorting	2,5- 1,25			gecal.zand	0,7 - 1,25 mm
centreerbeugels	/				
stop(pen)	1,25- 0,0	1,25		kleistop	compactonit
afwerking	straatpot				



situatieschets boorplaats mp1 - niet op schaal



diepte (in m - mv) peil (in m N.A.P.)		grondbeschrijving
van	tot	
A: 0,00 +2,21	1,80 +0,41	lichtbruine klei, roestvlekken
B: 1,80 +0,41	3,60 -1,39	donkergrijze klei met schelpen en dunne zandlagen
C: 3,60 -1,39	4,00 -1,79	donkerbruine, sterk humeuze klei, zeer veel schelpfragmenten en integrale schelpen, grijze klei- en donkerbruine veenbrokjes
D: 4,00 -1,79	8,40 -5,19	lichtgrijs, fijn zand, af en toe dunne kleilagen, geen schelpen
E: 8,40 -5,19	8,70 -5,49	lichtgrijs, fijn zand, sporen van schelpgruis
F: 8,70 -5,49	10,30 -7,09	grijs, matig tot grof zand, zeer veel schelpfragmenten
G: 10,30 -7,09	11,40 -8,19	grijs, middelmatig zand, schelpfragmenten, af en toe dunne kleilagen
H: 11,40 -8,19	22,25 -20,04	idem, zonder schelpfragmenten
einde boring 22,25 m / -20,04 N.A.P.		

**Laboratorium voor Toegepaste Geologie en Hydrogeologie****Universiteit Gent** - Prof Dr. W. De Breuck

Krijgslaan 281 - B-9000 Gent

© 09/264.46.47 fax: 09/264.49.88

info. Vermoortel Y. © 09/264.46.54

PROJECT: Passageule	PROJECT No: TGO 94/35
opdrachtgever: Waterschap Het Vrije van Sluis	date: 16 & 23 december 1994

Boring: mp 2**Lokatie: Oostburg****Adres: Steenhoven****Geol. /Bod. Krt.:****X: 26,425 -Y: 372,525****Boorsysteem/-toestel: gespoeld/SPOBO1****Boorploeg: RB/EP/YV****Boormeester: RB****Grondbeschrijving door: YV****Maaiveld: + 3,35 (m N.A.P.) opgemeten****Kaart Nr.: 54A - Oostburg****Einddiepte: 22 m -mv**

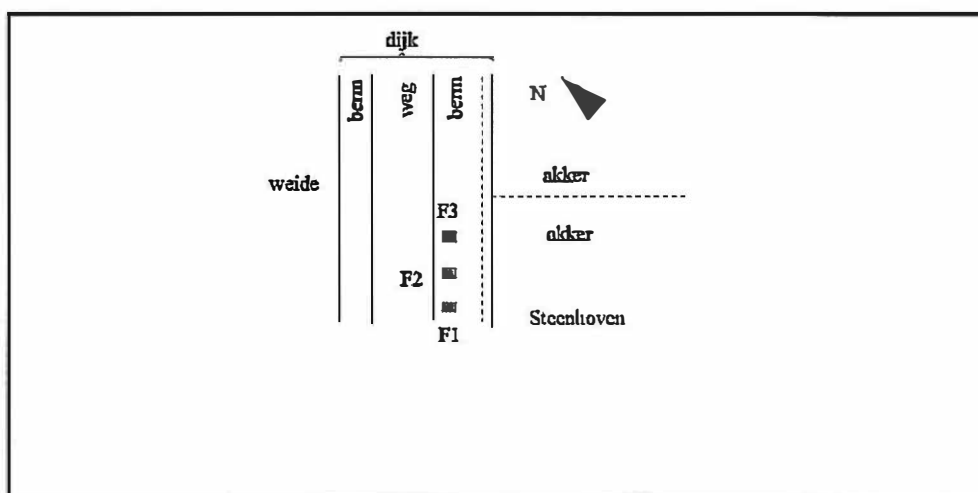
boorwijze	diameter in mm	diepte onder mv in m	filter	boorgatmeting
gespoeld SPOBO-1	120	0 - 22,3	F1	gam-cal-pw-sp-ln-sn
gespoeld SPOBO-1	120	0 - 12,3	F2	
gespoeld SPOBO-1	120	0 - 3,5	F3	

peilfilter constructie F1/F2/F3	verschillend boorgat: ja
filter	top PVC buis in m N.A.P.
F1	+ 3,29
F2	+ 3,34
F3	+ 3,34

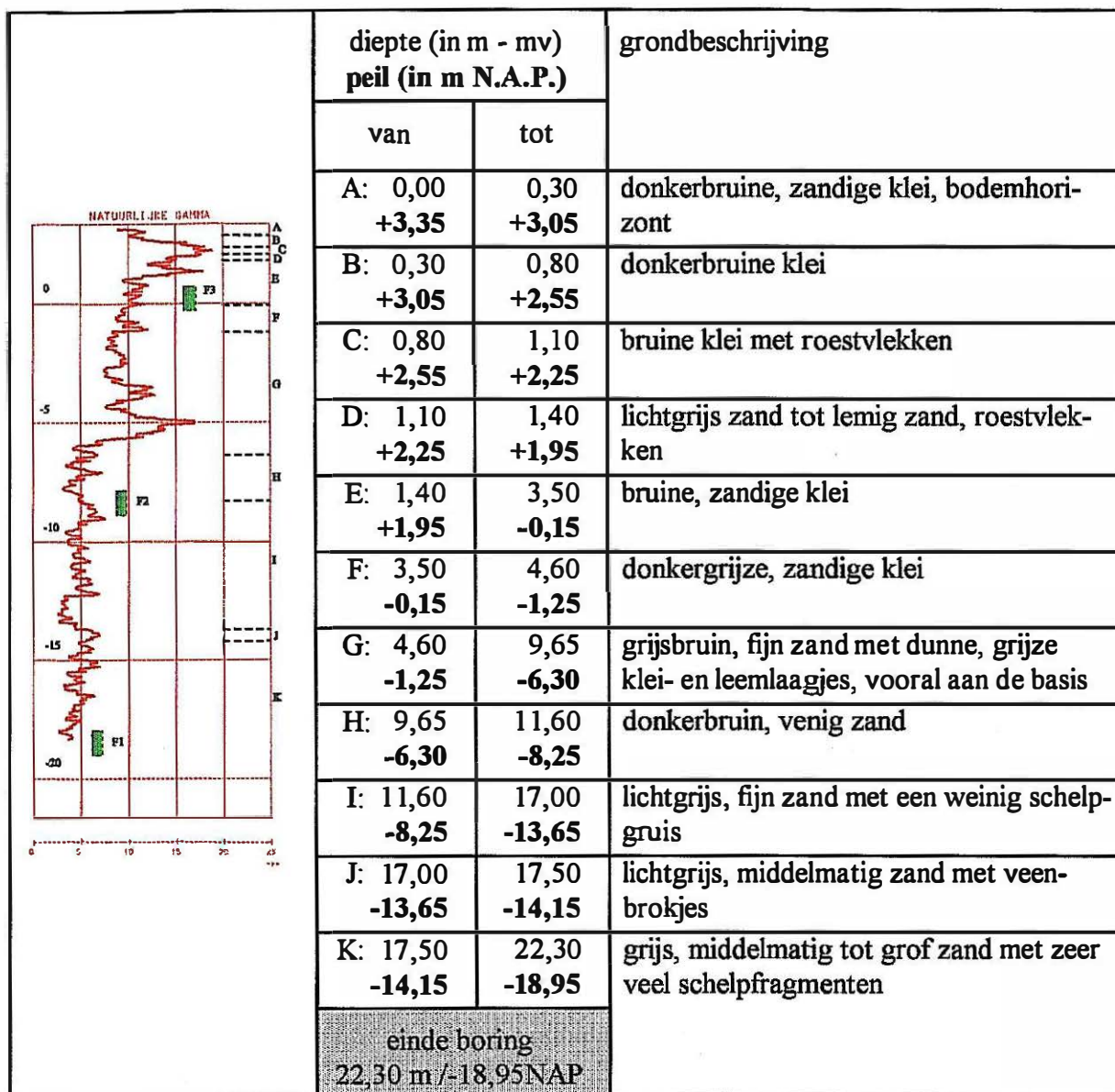
F1 16/12/1994	diepte van - tot (in m)	lengte in m	diam. inw/uitw. in mm	mat.	kenm.
filter	22,30 - 21,30	1,00	58/63	PVC	zaagsnede 0,30 mm
stijgbuis	21,30 - 0,00		58/63	PVC	
filter omstorting	22,25 - 20,60			gecal.zand	0,7 - 1,25 mm
opvulling	18,00 - 0,00			boormodder	
centreer beugels	/				
stop(pen)	20,60 - 18,00	1,40		kleistop	compactonit
afwerking	straatpot				

F2 16/12/1994	diepte van - tot (in m)	lengte in m	diam. inw/uitw. in mm	mat.	kenm.
filter	12,3 - 11,3	1,0	58/63	PVC	zaagsnede 0,30 mm
stijgbuis	11,3 - 0,0		58/63	PVC	
filter omstorting	12,3 - 10,15			gecal.zand	0,7 - 1,25 mm
opvulling	6,70 - 0,0			boormodder	
centreerbeugels	/				
stop(pen)	10,15 - 6,70	3,45		kleistop	compactonit
afwerking	straatpot				

F3 23/12/1994	diepte van - tot (in m)	lengte in m	diam. inw/uitw. in mm	mat.	kenm.
filter	3,5 - 2,5	1,0	58/63	PVC	zaagsnede 0,30 mm
stijgbuis	2,5 - 0,0		58/63	PVC	
filter omstorting	3,5 - 1,80			gecal.zand	0,7 - 1,25 mm
opvulling	0,9 - 0,0			boormodder	
centreerbeugels	/				
stop(pen)	1,80 - 0,9	0,90		kleistop	compactonit
afwerking	straatpot				



Situatieschets boorplaats mp2 - niet op schaal



**Laboratorium voor Toegepaste Geologie en Hydrogeologie****Universiteit Gent** - Prof. Dr. W. De Breuck

Krijgslaan 281 - B-9000 Gent

© 09/264.46.47 fax: 09/264.49.88

info. Vermoortel Y. © 09/264.46.54

PROJECT: Passageule	PROJECT No: TGO 94/35
opdrachtgever: Waterschap Het Vrije van Sluis	date: 19 december 1994

Boring: mp 3**Lokatie: Oostburg****Adres: Bakkersstraat (erf)****Geol. /Bod. Krt.:****X: 22,625 -Y: 371,100****Boorsysteem/-toestel: gespoeld/SPOBO1 & H-BOOR****Boorploeg: RB/EP/YV****Boormeester: RB****Grondbeschrijving door: YV****Maaiveld: + 0,61 (m N.A.P.) opgemeten****Kaart Nr.: 54A - Oostburg****Einddiepte: 22 m -mv**

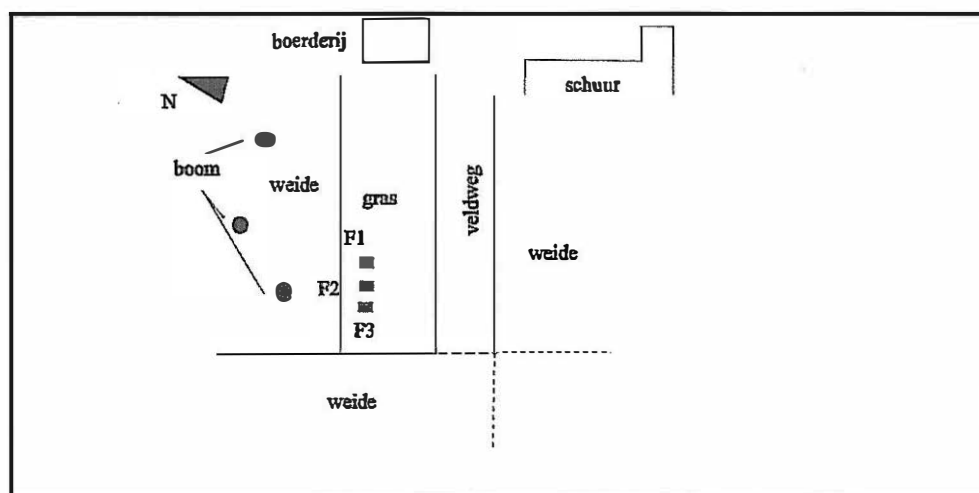
boorwijze	diameter in mm	diepte onder mv in m	filter	boorgatmeting
gespoeld SPOBO-1	120	0 - 22	F1	gam-cal-pw-sp-ln-sn
gespoeld H-BOOR	120	0 - 9	F2	
gespoeld H-BOOR	120	0 - 2	F3	

peilfilter constructie F1/F2/F3	verschillend boorgat: ja
filter	top PVC buis in m N.A.P.
F1	+ 0,54
F2	+ 0,55
F3	+ 0,58

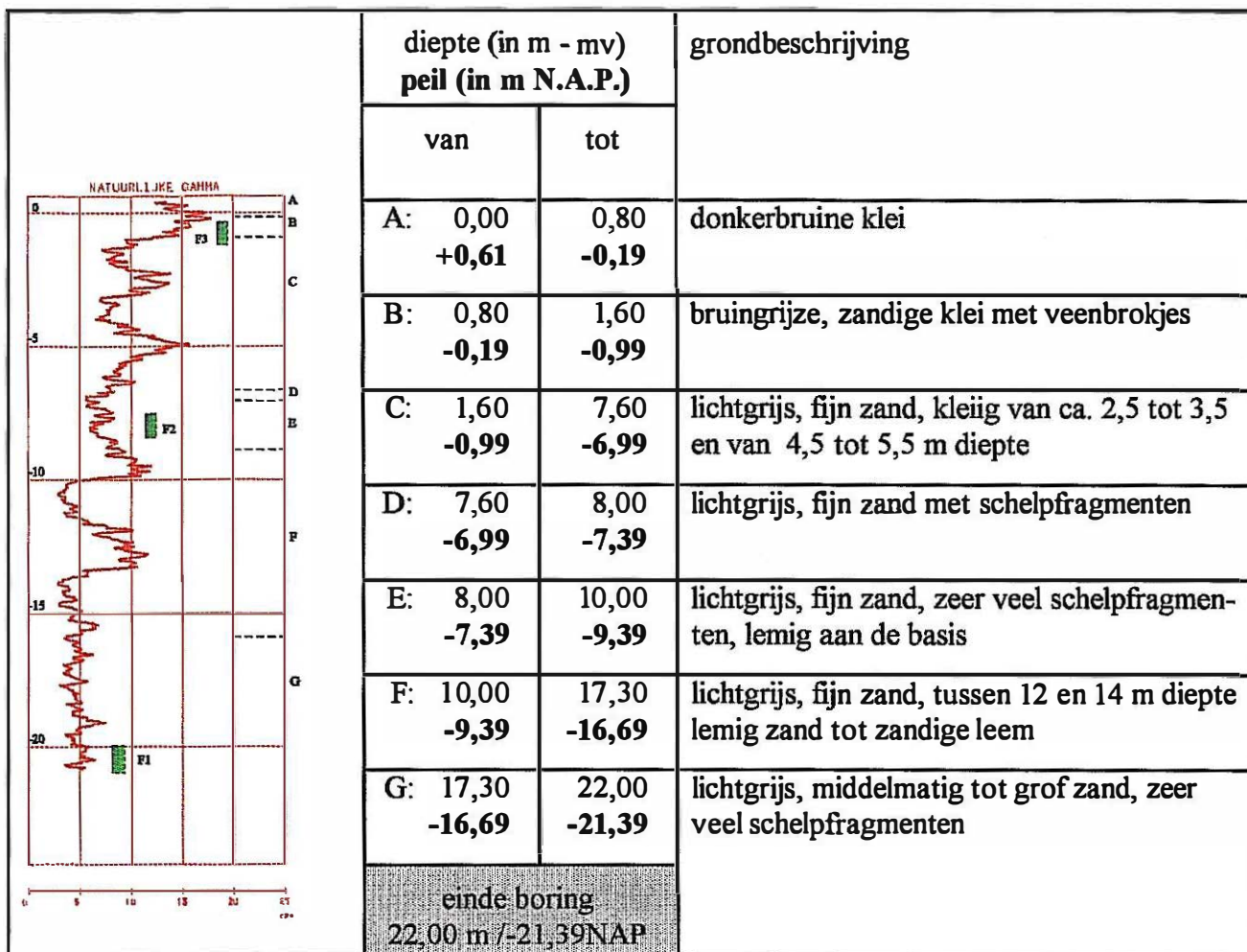
F1 19/12/1994	diepte van - tot (in m)	lengte in m	diam. inw/uitw. in mm	mat.	kenm.
filter	21,60 - 20,60	1,00	58/63	PVC	zaagsnede 0,30 mm
stijgbuis	20,60 - 0,00		58/63	PVC	
filter omstorting	22,00 - 20,20			gecal.zand	0,7 - 1,25 mm
opvulling	18,80 - 0,00			boormodder	
centreerbeugels	/				
stop(pen)	20,20 - 18,80	1,40		kleistop	compactonit
afwerking	straatpot				

F2 19/12/1994	diepte van - tot (in m)	lengte in m	diam. inw/uitw. in mm	mat.	kenm.
filter	9,0 - 8,0	1,0	58/63	PVC	zaagsnede 0,30 mm
stijgbuis	8,0 - 0,0		58/63	PVC	
filter omstorting	9,0 - 7,0			gecal.zand	0,7 - 1,25 mm
opvulling	5,3 - 0,0			boormodder	
centreerbeugels	/				
stop(pen)	7,0 - 5,3	1,7		kleistop	compactonit
afwerking	straatpot				

F3 19/12/1994	diepte van - tot (in m)	lengte in m	diam. inw/uitw. in mm	mat.	kenm.
filter	2,0 - 1,0	1,0	58/63	PVC	zaagsnede 0,30 mm
stijgbuis	1,0 - 0,0		58/63	PVC	
filter omstorting	2,0 - 0,50			gecal.zand	0,7 - 1,25 mm
centreerbeugels	/				
stop(pen)	0,5 0,0	0,5		kleistop	compactonit
afwerking	straatpot				



Situatieschets boorplaats mp3 - niet op schaal



**Laboratorium voor Toegepaste Geologie en Hydrogeologie****Universiteit Gent** - Prof Dr. W. De Breuck

Krijgslaan 281 - B-9000 Gent

© 09/264.46.47 fax: 09/264.49.88

info. Vermoortel Y. © 09/264.46.54

PROJECT: Passageule

PROJECT No: TGO 94/35

opdrachtgever: Waterschap Het Vrije van Sluis

date: 14 & 23 december 1994

Boring: mp 4**Lokatie:** Oostburg**Adres:** Bakkersstraat**Geol. /Bod. Krt.:****X:** 22,750 -**Y:** 371,525**Boorsysteem/-toestel:** gespoeld/SPOBO1 & H-BOOR**Boorploeg:** RB/EP/YV**Boormeester:** RB**Grondbeschrijving door:** YV**Maaiveld:** + 1,40 (m N.A.P.) opgemeten**Kaart Nr.:** 54A - Oostburg**Einddiepte:** 22 m -mv

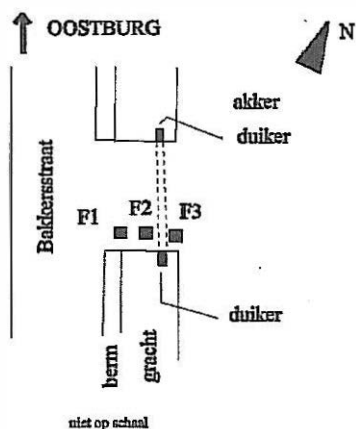
boorwijze	diameter in mm	diepte onder mv in m	filter	boorgatmeting
gespoeld SPOBO-1	120	0 - 22	F1	gam-cal-pw-sp-ln-sn
gespoeld H-BOOR	120	0 - 9,0	F2	
gespoeld H-BOOR	120	0 - 3,5	F3	

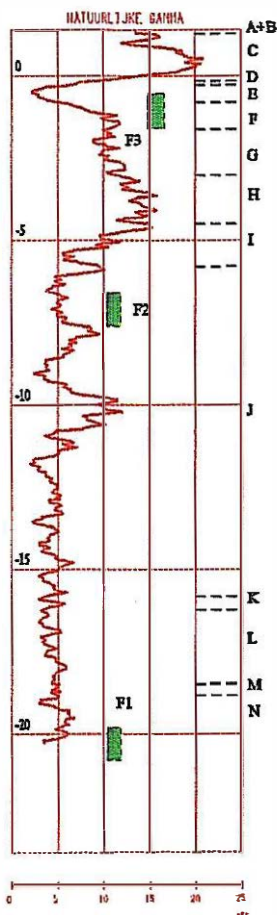
peilfilter constructie F1/F2/F3	verschillend boorgat: ja
filter	top PVC buis in m N.A.P.
F1	+ 1,90
F2	+ 1,72
F3	+ 1,35

F1 1412/1994	diepte van - tot (in m)	lengte in m	diam. inw/uitw. in mm	mat.	kenm.
filter	22,20 - 21,20	1,00	58/63	PVC	zaagsnede 0,30 mm
stijgbuis	21,20 - 0,00		58/63	PVC	
filter omstorting	22,20 - 20,20			gecal.zand	0,7 - 1,25 mm
opvulling	18,10 - 0,00			boormodder	
centreerbeugels	/				
stop(pen)	20,20 - 18,10	2,1		kleistop	compactonit
afwerking	opzetbuis				

F2 23/12/1994	diepte van - tot (in m)	lengte in m	diam. inw/uitw. in mm	mat.	kenm.
filter	9,0 - 8,0	1,0	58/63	PVC	zaagsnede 0,30 mm
stijgbuis	8,0 - 0,0		58/63	PVC	
filter omstorting	9,0 - 7,6			gecal.zand	0,7 - 1,25 mm
opvulling	6,2 - 0,0			boormodder	
centreerbeugels	/				
stop(pen)	7,6 - 6,2	1,4		kleistop	compactonit
afwerking	opzetbuis				

F3 23/12/1994	diepte van - tot (in m)	lengte in m	diam. inw/uitw. in mm	mat.	kenm.
filter	3,0-2,0	1,0	58/63	PVC	zaagsnede 0,30 mm
stijgbuis	2,0-0,0		58/63	PVC	
filter omstorting	3,0- 0,9			gecal.zand	0,7 - 1,25 mm
centreerbeugels	/				
stop(pen)	0,9 - 0,5	0,4		kleistop	compactonit
afwerking	straatpot				





diepte (in m - mv) peil (in m N.A.P.)		grondbeschrijving
van	tot	
A: 0,00 +1,40	0,10 +1,30	bodemhorizont, bruine aarde
B: 0,10 +1,30	0,17 +1,23	geel zand + kasseien
C: 0,17 +1,23	1,60 -0,20	lichtbruine klei met schelpen in de bovenste 30 cm
D: 1,60 -0,20	1,75 -0,35	lichtgrijze zandige klei met schelpen
E: 1,75 -0,35	2,25 -0,85	donkerbruine, venige, slappe klei
F: 2,25 -0,85	3,10 -1,70	zwartbruine, sterk humeuze klei en zand met veen- brokken (tot > 1 cm)
G: 3,10 -1,70	4,50 -3,10	afwisselend dunne zand- en kleilaagjes, bruingrijs
H: 4,50 -3,10	6,00 -4,60	grijs, fijn zand, zwarte mica's, dunne kleilenzen
I: 6,00 -4,60	7,30 -5,90	grijs, zeer fijn zand
J: 7,30 -5,90	17,40 -16,00	grijs, fijn tot middelmatig zand, lemig horizont op ca. 10 m diepte
K: 17,40 -16,00	17,80 -16,40	grijs, middelmatig zand met zwarte mica's
L: 17,80 -16,40	20,10 -18,70	middelmatig tot grof zand, zeer veel schelpfragmen- ten
M: 20,10 -18,70	20,40 -19,00	kleiig horizont
N: 20,40 -19,00	22,20 -20,80	middelmatig tot grof zand, zeer veel schelpfragmen- ten, grind
einde boring 22,20 m / -20,80 N.A.P.		

**Laboratorium voor Toegepaste Geologie en Hydrogeologie****Universiteit Gent - Prof Dr. W. De Breuck****Krijgslaan 281 - B-9000 Gent****© 09/264.46.47 fax: 09/264.49.88****info. Vermoortel Y. © 09/264.46.54****PROJECT: Passageule****PROJECT No: TGO 94/35****opdrachtgever: Waterschap Het Vrije van Sluis****date: 8 -9 december 1994****Boring: mp5****Lokatie: Oostburg****Adres: Nozemans weg****Geol. /Bod. Krt.:****X: 26,375 -Y: 373,250****Boorsysteem/-toestel: gespoeld/SPOBO1****Boorploeg: RB/EP/YV****Boormeester: RB****Grondbeschrijving door: YV****Maaiveld: + 1,86 (m N.A.P.) opgemeten****Kaart Nr.: 54A - Oostburg****Einddiepte: 20 m -mv**

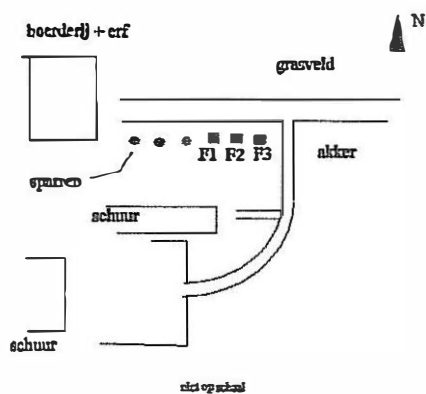
boorwijze	diameter in mm	diepte onder mv in m	filter	boorgatmeting
gespoeld SPOBO-1	120	0 - 20,20	F1	gam-cal-pw-sp-ln-sn
gespoeld SPOBO-1	120	0 - 8,5	F2	
gespoeld SPOBO-1	120	0 - 2,0	F3	

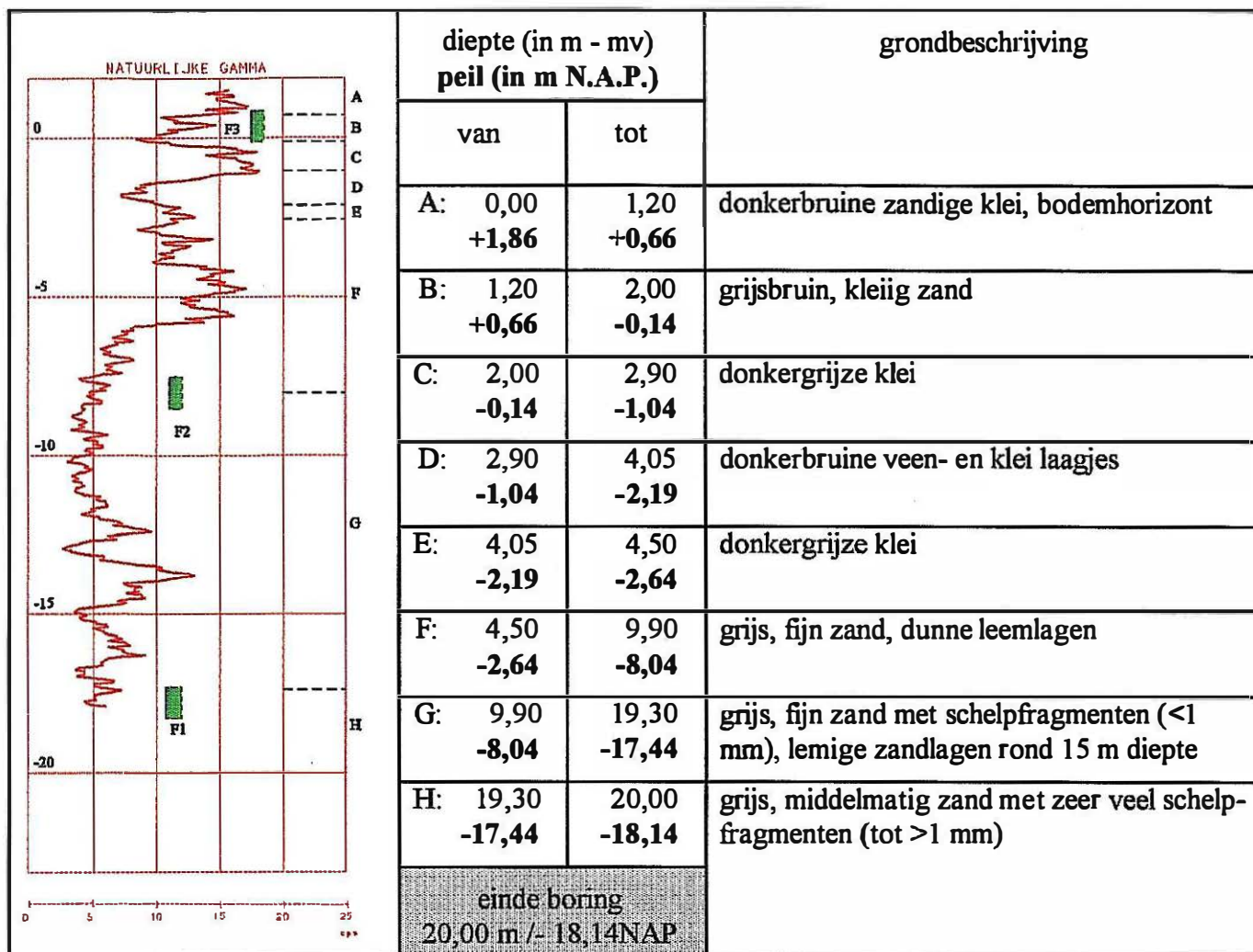
peilfilter constructie F1/F2/F3	verschillend boorgat: ja
filter	top PVC buis in m N.A.P.
F1	+ 1,81
F2	+ 1,84
F3	+ 1,87

F1 8/12/1994	diepte van - tot (in m)	lengte in m	diam. inw/uitw. in mm	mat.	kenm.
filter	20,20 - 19,20	1,00	58/63	PVC	zaagsnede 0,30 mm
stijgbuis	19,20 - 0,00		58/63	PVC	
filter omstorting	20,20 - 16,10			gecal.zand	0,7 - 1,25 mm
opvulling	14,05 - 0,00			boormodder	
centreerbeugels	/				
stop(pen)	16,10 - 14,00	1,9		kleistop	compactonit
afwerking	straatpot				

F2 912/1994	diepte van - tot (in m)	lengte in m	diam. inw/uitw. in mm	mat.	kenm.
filter	8,5 - 7,5	1,0	58/63	PVC	zaagsnede 0,30 mm
stijgbuis	7,5 - 0,0		58/63	PVC	
filter omstorting	8,5 - 7,0			gecal.zand	0,7 - 1,25 mm
centreerbeugels	/				
stop(pen)	7,0 - 4,0	3,0		kleistop	compactonit
afwerking	straatpot				

F3 9/1994	diepte van - tot (in m)	lengte in m	diam. inw/uitw. in mm	mat.	kenm.
filter	2,0- 1,0	1,0	58/63	PVC	zaagsnede 0,30 mm
stijgbuis	1,0- 0,0		58/63	PVC	
filter omstorting	2,0- 0,5			gecal.zand	0,7 - 1,25 mm
centreerbeugels	/				
stop(pen)	0,5 - 0,0	0,5		kleistop	compactonit
afwerking	straatpot				





**Laboratorium voor Toegepaste Geologie en Hydrogeologie****Universiteit Gent** - Prof. Dr. W. De Breuck

Krijgslaan 281 - B-9000 Gent

© 09/264.46.47

fax: 09/264.49.88

info. Vermoortel Y. © 09/264.46.54

PROJECT: Passageule

PROJECT No: TGO 94/35

opdrachtgever: Waterschap Het Vrije van Sluis

date: 6 - 7 december 1994

Boring: mp6**Lokatie: Oostburg****Adres: Oranje dijk****Geol. /Bod. Krt.:****X: 27,800 -Y: 372,350****Boorsysteem/-toestel: gespoeld/SPOBO1 & H-BOOR****Boorploeg: RB/EP/YV****Boormeester: RB****Grondbeschrijving door: YV****Maaiveld: + 3,14 (m N.A.P.) opgemeten****Kaart Nr.: 54A - Oostburg****Einddiepte: 20 m -mv**

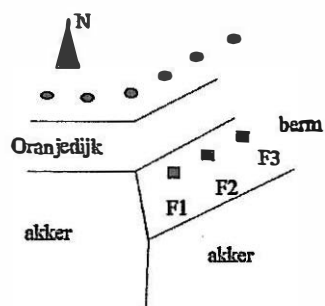
boorwijze	diameter in mm	diepte onder mv in m	filter	boorgatmeting
gespoeld SPOBO-1	120	0 - 20	F1	gam-cal-pw-sp-ln-sn
gespoeld H-BOOR	100	0 - 8	F2	
gespoeld H-BOOR	100	0 - 4	F3	

peilfilter constructie F1/F2/F3	verschillend boorgat: ja
filter	top PVC buis in m N.A.P.
F1	+ 3,07
F2	+ 3,06
F3	+ 3,07

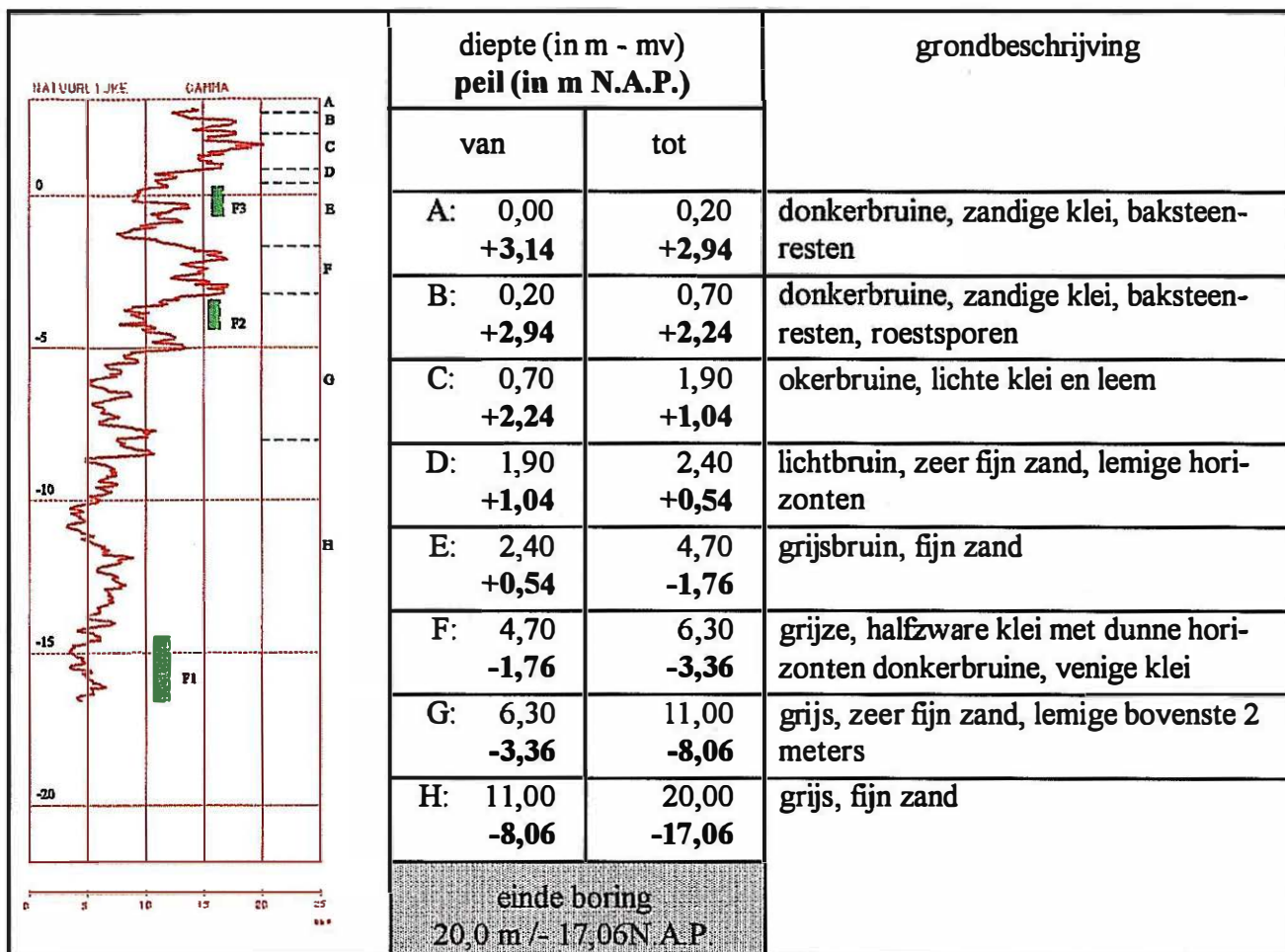
F1 06/12/1994	diepte van - tot (in m)	lengte in m	diam. inw/uitw. in mm	mat.	kenm.
filter	20,0 - 17,8	2,20	58/63	PVC	zaagsnede 0,30 mm
stijgbuis	17,8 - 0,0		58/63	PVC	
filter omstorting	20,0 - 16,60			gecal.zand	0,7 - 1,25 mm
opvulling	13,3 - 7,7			boormodder	
	6,5 - 2,0			boormodder	
centreerbeugels	/				
stop(pen)	16,6 - 13,3	3,3		kleistop	compactonit
	7,7 - 6,5	1,2		kleistop	compactonit
	2,2 - 0,5	1,7		kleistop	compactonit
afwerking	straatpot				

F2 07/12/1994	diepte van - tot (in m)	lengte in m	diam. inw/uitw. in mm	mat.	kenm.
filter	8,0 - 6,9	1,1	58/63	PVC	zaagsnede 0,30 mm
stijgbuis	6,9 - 0,0		58/63	PVC	
filter omstorting	8,0 - 2,0			gecal.zand	0,7 - 1,25 mm
centreerbeugels	/				
stop(pen)	2,0 - 0,0	2,0		kleistop	compactonit
afwerking	straatpot				

F3 07/12/1994	diepte van - tot (in m)	lengte in m	diam. inw/uitw. in mm	mat.	kenm.
filter	4,0 - 3,0	1,0	58/63	PVC	zaagsnede 0,30 mm
stijgbuis	3,0 - 0,0		58/63	PVC	
filter omstorting	4,0 - 1,0			gecal.zand	0,7 - 1,25 mm
centreerbeugels	/				
stop(pen)	1,0 - 0,0	1,0		kleistop	compactonit
afwerking	straatpot				



niet op schaal



**Laboratorium voor Toegepaste Geologie en Hydrogeologie****Universiteit Gent** - Prof. Dr. W. De Breuck

Krijgslaan 281 - B-9000 Gent

© 09/264.46.47 fax: 09/264.49.88

info. Vermoortel Y. © 09/264.46.54

PROJECT: Passageule

PROJECT No: TGO 94/35

opdrachtgever: Waterschap Het Vrije van Sluis

date: 12 december 1994

Boring: mp7**Lokatie:** Oostburg**Adres:** Ketelaarsstraat**Geol. /Bod. Krt.:****X:** 26,625 - **Y:** 371,250**Boorsysteem/-toestel:** gespoeld/SPOBO1 & H-BOOR**Boorploeg:** RB/EP/YV**Boormeester:** RB**Grondbeschrijving door:** YV**Maaiveld:** + 1,08 (m N.A.P.) opgemeten**Kaart Nr.:** 54A - Oostburg**Einddiepte:** 19 m -mv

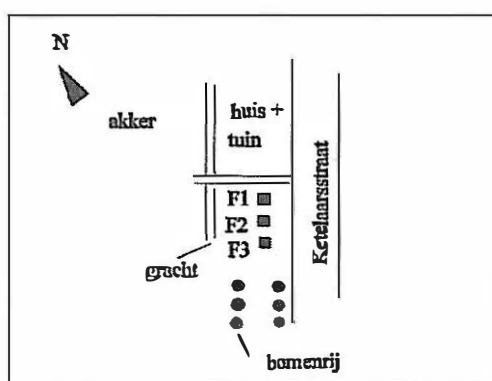
boorwijze	diameter in mm	diepte onder mv in m	filter	boorgatmeting
gespoeld SPOBO-1	120	0 - 19,35	F1	gam-cal-pw-sp-ln-sn
gespoeld H-BOOR	100	0 - 8	F2	
gespoeld H-BOOR	100	0 - 2,5	F3	

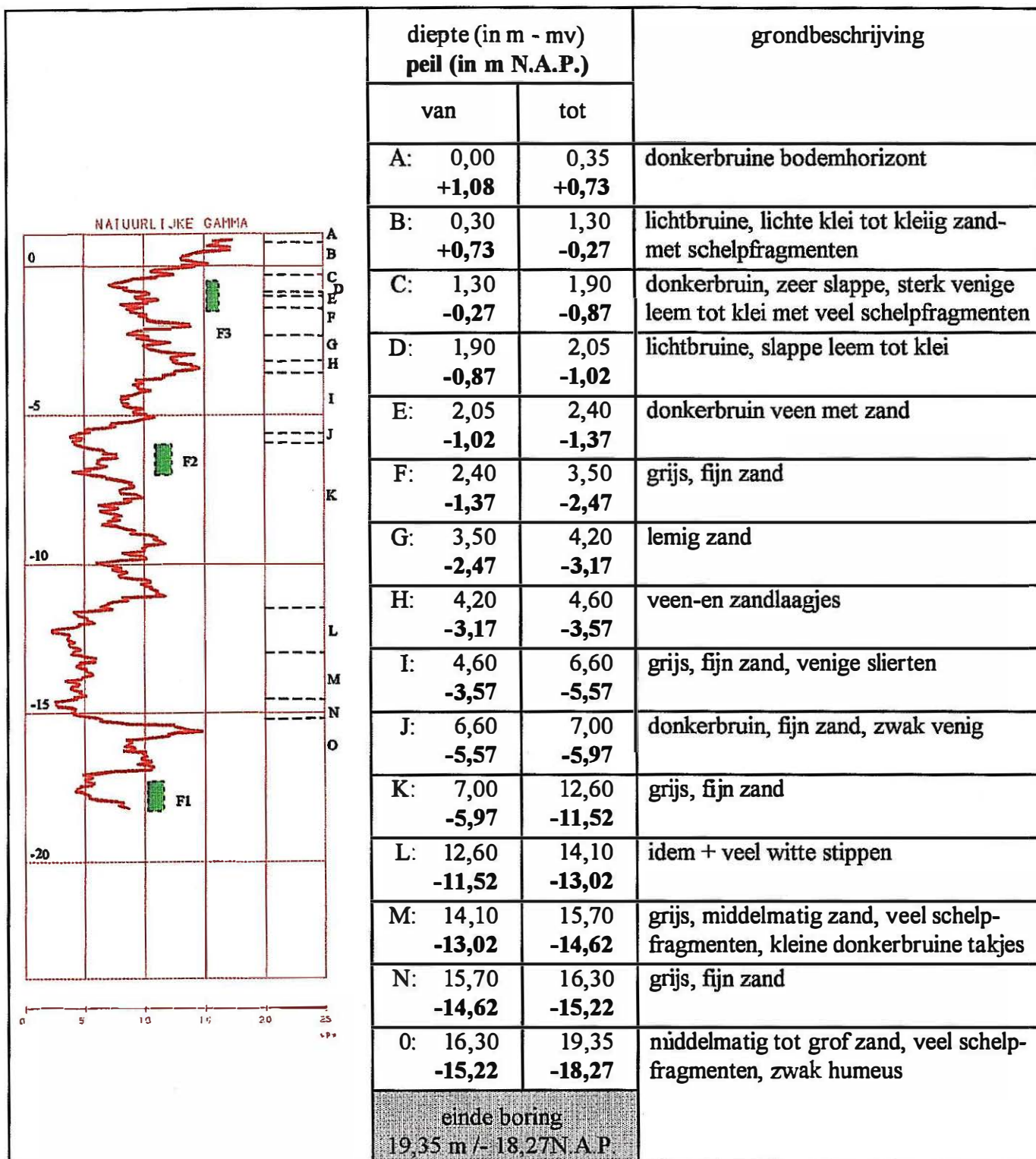
peilfilter constructie F1/F2/F3	verschillend boorgat: ja
filter	top PVC buis in m N.A.P.
F1	+ 1,54
F2	+ 1,66
F3	+ 1,08

F1 12/12/1994	diepte van - tot (in m)	lengte in m	diam. inw/uitw. in mm	mat.	kenm.
filter	19,35 - 18,35	1,00	58/63	PVC	zaagsnede 0,30 mm
stijgbuis	18,35 - 0		58/63	PVC	
filter omstorting	19,35 - 17,45			gecal.zand	0,7 - 1,25 mm
opvulling	16,05 - 0			boormodder	
centreerbeugels	/				
stop(pen)	17,45 - 16,05	1,4		kleistop	compactonit
afwerking	opzetbuis				

F2 12/12/1994	diepte van - tot (in m)	lengte in m	diam. inw/uitw. in mm	mat.	kenm.
filter	8,0 - 7,0	1,0	58/63	PVC	zaagsnede 0,30 mm
stijgbuis	7,0 - 0,0		58/63	PVC	
filter omstorting	8,0 - 3,8			gecal.zand	0,7 - 1,25 mm
	2,7 - 1,8				
centreerbeugels	/				
stop(pen)	3,8 - 2,7	1,1		kleistop	compactonit
	1,8 - 0,0	1,8			
afwerking	opzetbuis				

F3 122/1994	diepte van - tot (in m)	lengte in m	diam. inw/uitw. in mm	mat.	kenm.
filter	2,5- 1,5	1,0	58/63	PVC	zaagsnede 0,30 mm
stijgbuis	1,5- 0,0		58/63	PVC	
filter omstorting	2,5- 0,6			gecal.zand	0,7 - 1,25 mm
centreerbeugels	/				
stop(pen)	0,6 - 0,0	0,6		kleistop	compactonit
afwerking	straatpot				





**Laboratorium voor Toegepaste Geologie en Hydrogeologie****Universiteit Gent** - Prof. Dr. W. De Breuck

Krijgslaan 281 - B-9000 Gent

© 09/264.46.47 fax: 09/264.49.88

info. Vermoortel Y. © 09/264.46.54

PROJECT: Passageule	PROJECT No: TGO 94/35
opdrachtgever: Waterschap Het Vrije van Sluis	date: 13 december 1994

Boring: mp 8**Lokatie:** Oostburg**Adres:** Cathalijne polder**Geol. /Bod. Krt.:****X:** 23,725 -**Y:** 371,450**Boorsysteem/-toestel:** gespoeld/SPOBO1 & H-BOOR**Boorploeg:** RB/EP/YV**Boormeester:** RB**Grondbeschrijving door:** YV**Maaiveld:** + 1,63 (m N.A.P.) opgemeten**Kaart Nr.:** 54A - Oostburg**Einddiepte:** 20 m -mv

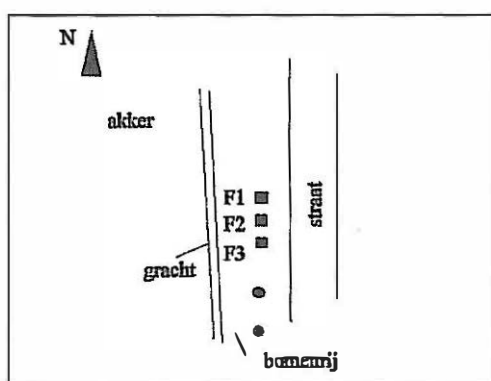
boorwijze	diameter in mm	diepte onder mv in m	filter	boorgatmeting
gespoeld SPOBO-1	120	0 - 20	F1	gam-cal-pw-sp-ln-sn
gespoeld H-BOOR	100	0 - 8,8	F2	
gespoeld H-BOOR	100	0 - 2	F3	

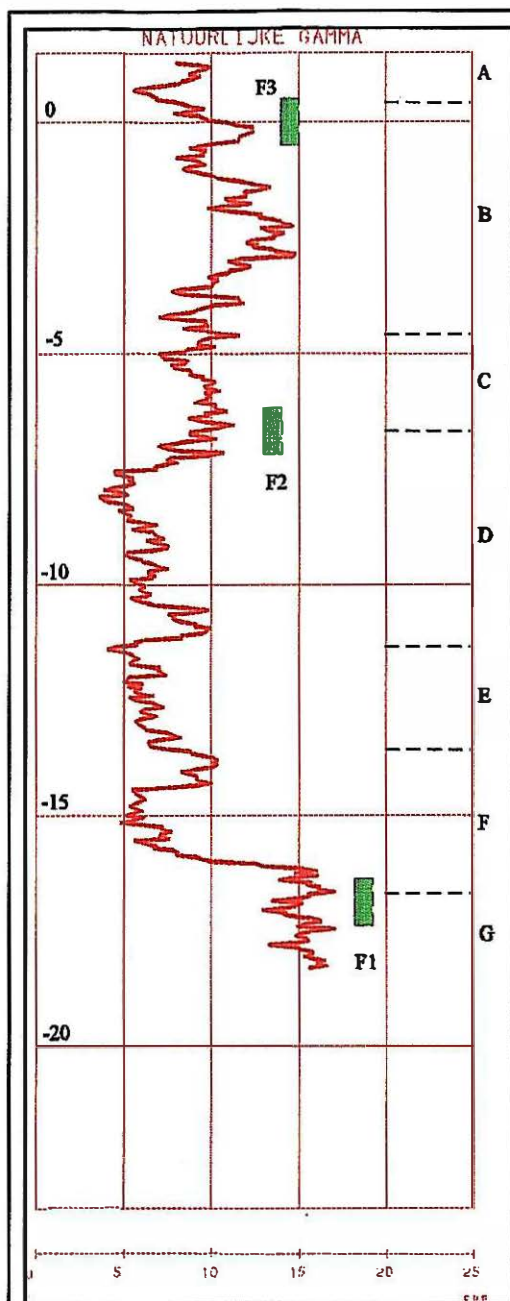
peilfilter constructie F1/F2/F3	verschillend boorgat: ja
filter	top PVC buis in m N.A.P.
F1	+ 2,24
F2	+ 2,20
F3	+ 1,57

F1 13/12/1994	diepte van - tot (in m)	lengte in m	diam. inw/uitw. in mm	mat.	kenm.
filter	19,00 - 18,00	1,00	58/63	PVC	zaagsnede 0,30 mm
stijgbuis	18,00 - 0,00		58/63	PVC	
filter omstorting	20,00 - 15,80			gecal.zand	0,7 - 1,25 mm
opvulling	13,20 - 0,00			boormodder	
centreebeugels	/				
stop(pen)	15,80 - 13,20	2,6		kleistop	compactonit
afwerking	opzetbuis				

F2 13/12/1994	diepte van - tot (in m)	lengte in m	diam. inw/uitw. in mm	mat.	kenm.
filter	8,8 - 7,8	1,0	58/63	PVC	zaagsnede 0,30 mm
stijgbuis	7,8 - 0,0		58/63	PVC	
filter omstorting	8,8 - 2,0			gecal.zand	0,7 - 1,25 mm
centreerbeugels	/				
stop(pen)	2,0 - 0,0	1,1		kleistop	compactonit
afwerking	opzetbuis				

F3 13/12/1994	diepte van - tot (in m)	lengte in m	diam. inw/uitw. in mm	mat.	kenm.
filter	2,0- 1,0	1,0	58/63	PVC	zaagsnede 0,30 mm
stijgbuis	1,0- 0,0		58/63	PVC	
filter omstorting	2,0- 0,6			gecal.zand	0,7 - 1,25 mm
centreerbeugels	/				
stop(pen)	0,6 - 0,0	0,6		kleistop	compactonit
afwerking	straatpot				





diepte (in m - mv) peil (in m N.A.P.)		grondbeschrijving<
van	tot	
A: 0,00 +1,63	1,25 +0,38	donkerbruin, kleiig zand, bodemhori- zont, boomwortels
B: 1,25 +0,38	6,20 -4,57	grijsbruin, kleiig zand met schelpfrag- menten, tussen 4,2 en 4,8 kleiig horizont
C: 6,20 -4,57	8,30 -6,67	grijsbruine klei
D: 8,30 -6,67	13,00 -11,37	grijs, fijn zand
E: 13,00 -11,37	15,20 -13,57	grijsbruin zand, zandige kleilaagjes
F: 15,20 -13,57	18,30 -16,67	grijs, fijn tot middelmatig zand, schelp- fragmenten en witte stippen
G: 18,30 -16,67	20,00 -18,37	middelmatig tot grof zand, zeer veel schelpfragmenten (tot > 1 mm)
einde boring 20,00 m /- 18,37N.A.P.		

**Laboratorium voor Toegepaste Geologie en Hydrogeologie****Universiteit Gent - Prof. Dr. W. De Breuck**

Krijgslaan 281 - B-9000 Gent

© 09/264.46.47 fax: 09/264.49.88

info. Vermoortel Y. © 09/264.46.54

PROJECT: Passageule

PROJECT No: TGO 94/35

opdrachtgever: Waterschap Het Vrije van Sluis

date: 22 december 1994

Boring: mp 9**Lokatie: IJzendijke Adres: Nieuwe Havenweg****Geol. /Bod. Krt.:****X: 36,800 -Y: 370,950****Boorsysteem/-toestel: gespoeld/SPOBO1 & H-BOOR****Boorploeg: RB/EP****Boormeester: RB****Grondbeschrijving door: RB****Maaiveld: + 1,50 (m N.A.P.) opgemeten****Kaart Nr.: 54B - IJzendijke****Einddiepte: 20 m -mv**

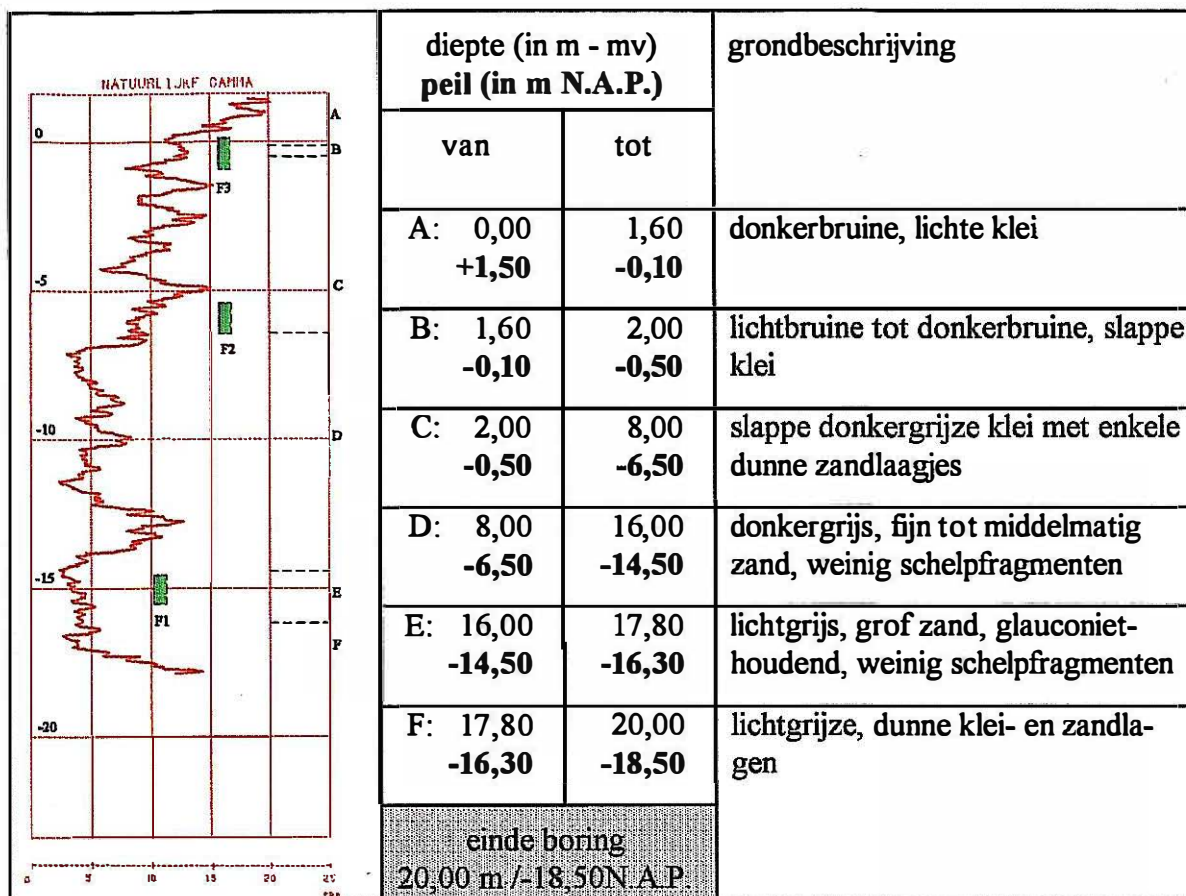
boorwijze	diameter in mm	diepte onder m in m	filter	boorgatmeting
gespoeld SPOBO-1	120	0 - 20	F1	gam-cal-pw-sp-ln-sn
gespoeld H-BOOR	120	0 - 8	F2	
gespoeld H-BOOR	120	0 - 2	F3	

peilfilter constructie F1/F2/F3	verschillend boorgat: ja
filter	top PVC buis in m N.A.P.
F1	+ 1,95
F2	+ 1,90
F3	+ 1,38

F1 22/12/1994	diepte van - tot (in m)	lengte in m	diam. inw/uitw. in mm	mat.	kenm.
filter	17,00 - 16,00	1,00	58/63	PVC	zaagsnede 0,30 mm
stijgbuis	16,00 - 0,00		58/63	PVC	
filter omstorting	20,00 - 14,30			gecal.zand	0,7 - 1,25 mm
opvulling	13,00 - 0,00			boormodder	
centreerbeugels	/				
stop(pen)	14,30 - 13,00	1,30		kleistop	compactonit
afwerking	opzetbuis				

F2 22/12/1994	diepte van - tot (in m)	lengte in m	diam. inw/uitw. in mm	mat.	kenm.
filter	8,0 - 7,0	1,0	58/63	PVC	zaagsnede 0,30 mm
stijgbuis	7,0 - 0,0		58/63	PVC	
filter omstorting	8,0 - 5,9			gecal.zand	0,7 - 1,25 mm
opvulling	4,8 - 0,0			boormodder	
centreerbeugels	/				
stop(pen)	5,9 - 4,8	1,1		kleistop	compactonit
afwerking	opzetbuis				

F3 22/12/1994	diepte van - tot (in m)	lengte in m	diam. inw/uitw. in mm	mat.	kenm.
filter	2,0 - 1,0	1,0	58/63	PVC	zaagsnede 0,30 mm
stijgbuis	1,0 - 0,0		58/63	PVC	
filter omstorting	2,0 - 0,40			gecal.zand	0,7 - 1,25 mm
centreerbeugels	/				
stop(pen)	0,4 0,0	0,4		kleistop	compactonit
afwerking	straatpot				



**Laboratorium voor Toegepaste Geologie en Hydrogeologie****Universiteit Gent** - Prof. Dr. W. De Breuck

Krijgslaan 281 - B-9000 Gent

© 09/264.46.47 fax: 09/264.49.88

info. Vermoortel Y. © 09/264.46.54

PROJECT: Passageule

PROJECT No: TGO 94/35

opdrachtgever: Landinrichtingsdienst

date: 20 - 21 december 1994

Boring: mp 10**Lokatie:** Terhofstede **Adres:** Uitwateringskanaal**Geol. /Bod. Krt.:****X:** 15,550 - **Y:** 373,975**Boorsysteem/-toestel:** gespoeld/SPOBO1 & H-BOOR**Boorploeg:** RB/EP/YV**Boormeester:** RB**Grondbeschrijving door:** YV**Maaiveld:** + 4,38 (m N.A.P.) opgemeten**Kaart Nr.:** 53F - Sluis**Einddiepte:** 25 m -mv

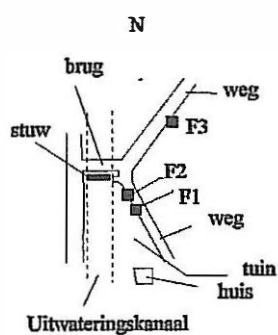
boorwijze	diameter in mm	diepte onder mv in m	filter	boorgatmeting
gespoeld SPOBO-1	120	0 - 24,9	F1	gam-cal-pw-sp-ln-sn
gespoeld SPOBO-1	120	0 - 11	F2	
gespoeld H-BOOR	120	0 - 2	F3	

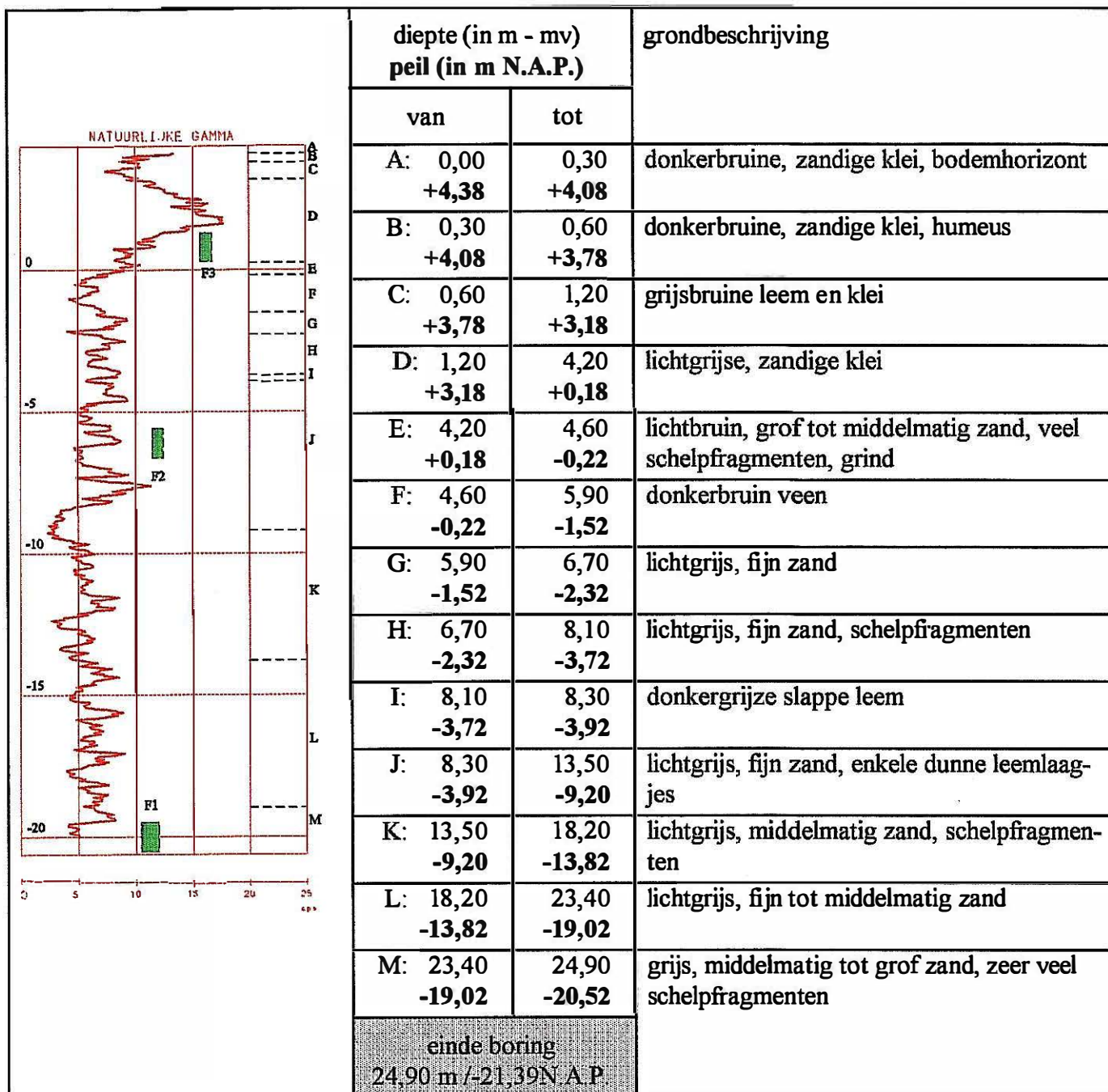
peilfilter constructie F1/F2/F3	verschillend boorgat: ja
filter	top PVC buis in m N.A.P.
F1	+ 4,80
F2	+ 4,85
F3	+ 2,26

F1 20/12/1994	diepte van - tot (in m)	lengte in m	diam. inw/uitw. in mm	mat.	kenm.
filter	24,90 - 23,90	1,00	58/63	PVC	zaagsnede 0,30 mm
stijgbuis	23,90 - 0,00		58/63	PVC	
filter omstorting	24,90 - 23,50			gecal.zand	0,7 - 1,25 mm
opvulling	21,10 - 0,00			boormodder	
centreebeugels	/				
stop(pen)	23,90 - 21,10	2,80		kleistop	compactonit
afwerking	opzetbuis				

F2 21/12/1994	diepte van - tot (in m)	lengte in m	diam. inw/uitw. in mm	mat.	kenm.
filter	11,0 - 10,0	1,0	58/63	PVC	zaagsnede 0,30 mm
stijgbuis	10,0 - 0,0		58/63	PVC	
filter omstorting	11,0 - 8,8			gecal.zand	0,7 - 1,25 mm
opvulling	7,4 - 0,0			boormodder	
centreerbeugels	/				
stop(pen)	8,8 - 7,4	1,4		kleistop	compactonit
afwerking	opzetbuis				

F3 21/12/1994	diepte van - tot (in m)	lengte in m	diam. inw/uitw. in mm	mat.	kenm.
filter	2,0 - 1,0	1,0	58/63	PVC	zaagsnede 0,30 mm
stijgbuis	1,0 - 0,0		58/63	PVC	
filter omstorting	2,0 - 0,40			gecal.zand	0,7 - 1,25 mm
centreerbeugels	/				
stop(pen)	0,4 0,0	0,4		kleistop	compactonit
afwerking	straatpot				





BIJLAGE 4.2
BOORGATMETINGEN
MP1-MP10

HET VRIJE VAN SLUIS

UNIVERSITEIT GENT
LABORATORIUM VOOR TOEGEPASTE GEOLOGIE
EN HYDROGEOLOGIE
Prof. Dr. W. D. Breuck

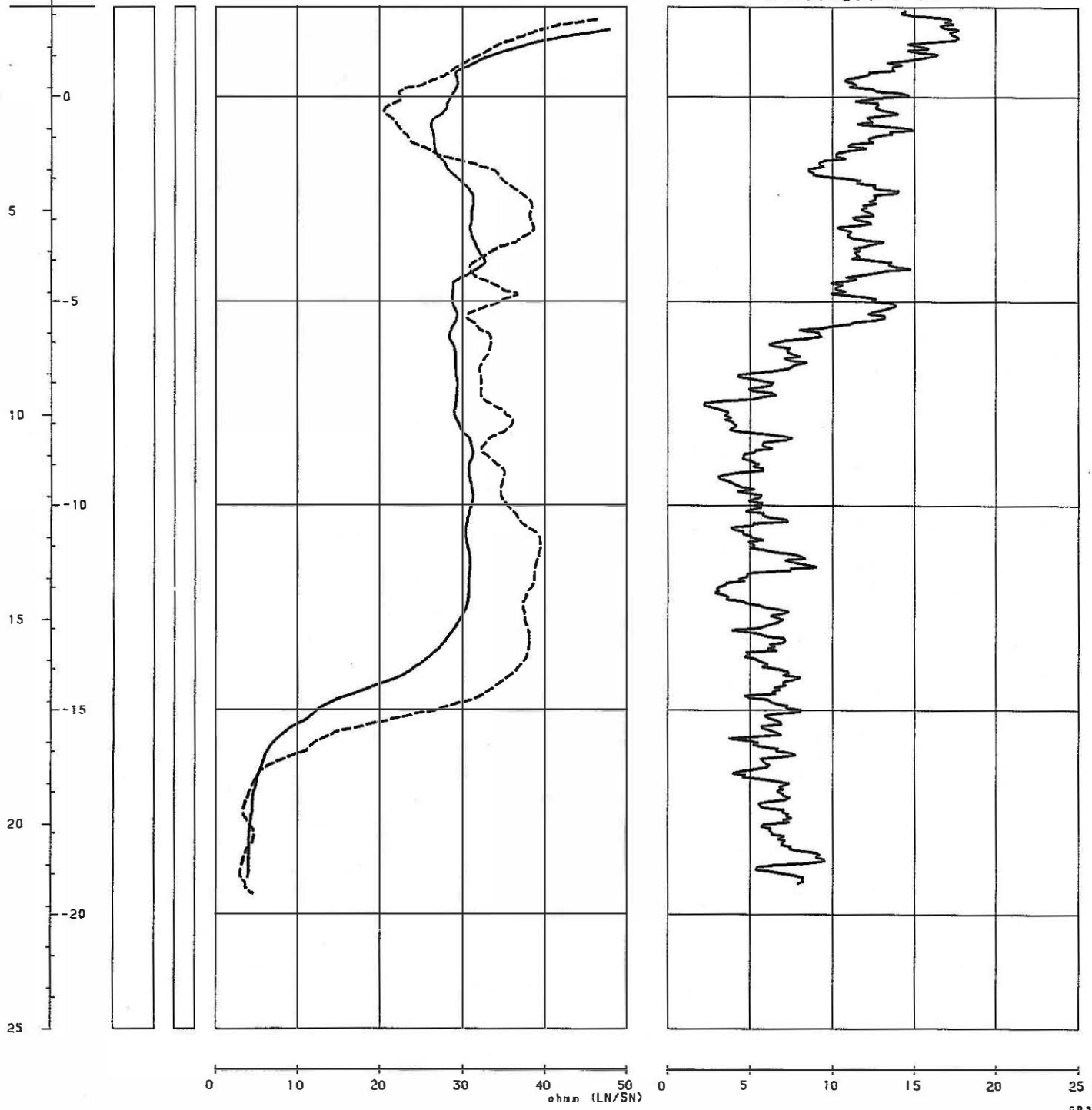
BOORGATMETING MP1

PROJECT NR: TG094034
BORING NR: HPI
DATUM: 15/12/94
GEMEENTE: Oostburg

Diepte (m)
Peil (m NAP)

PUNTWEERSTAND PW (—)
RESISTIVITEIT LN (—) / SN (---)

NATUURLIJKE GAMMA



HET VRIJE VAN SLUIS

UNIVERSITEIT GENT
LABORATORIUM VOOR TOEGEPASTE GEOLOGIE
EN HYDROGEOLOGIE
Prof. Dr. W. De Brueck

BOORGATMETING MP2

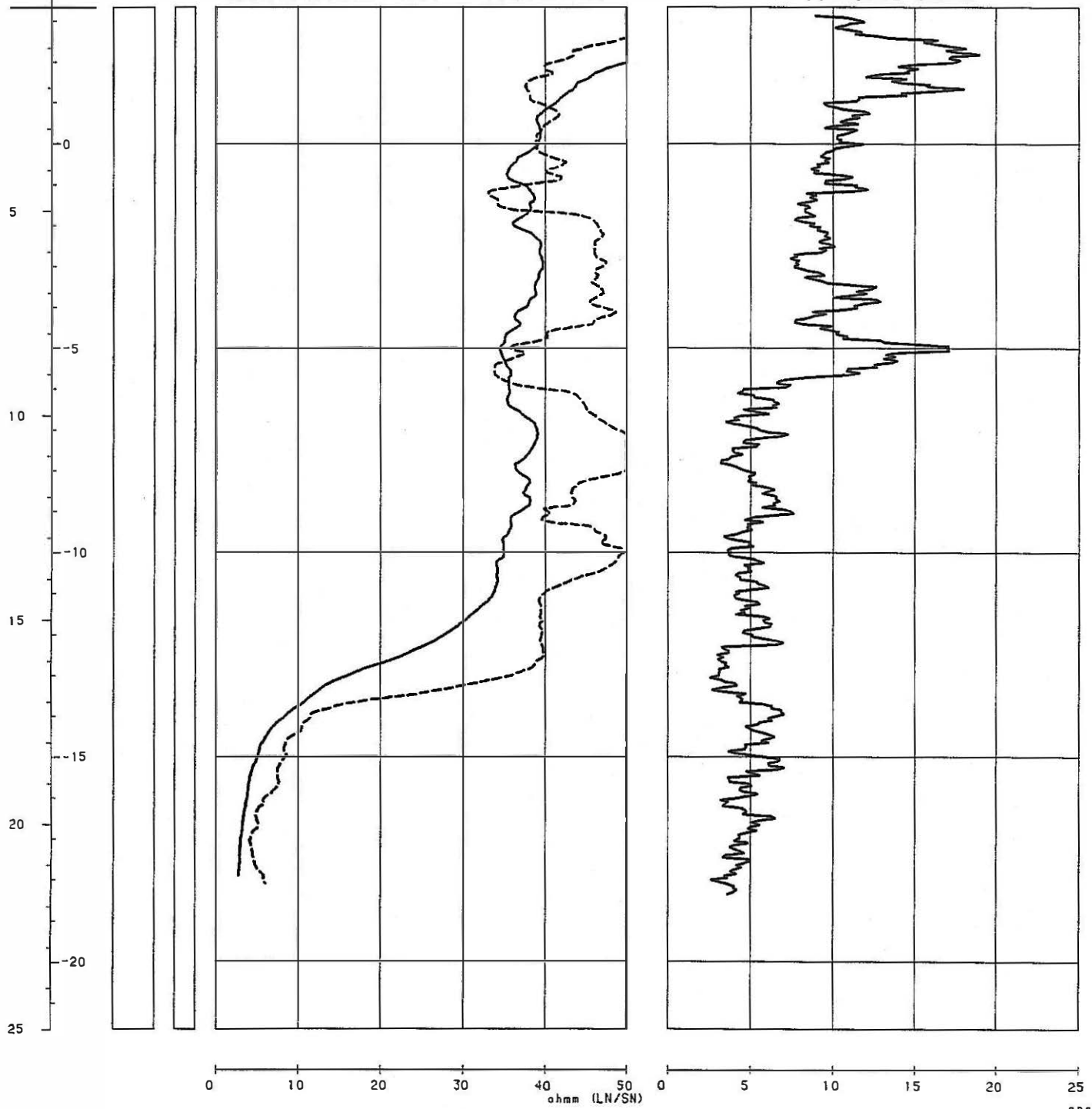
PROJECT NR: TG094034
BORING NR: MP2
DATUM: 16/12/94
GENEENTE: Oostburg

Diepte
(m)

Pst
(m NAP)

PUNTWEERSTAND PW (—)
RESISTIVITEIT LN (—) / SN (---)

NATUURLIJKE GAMMA



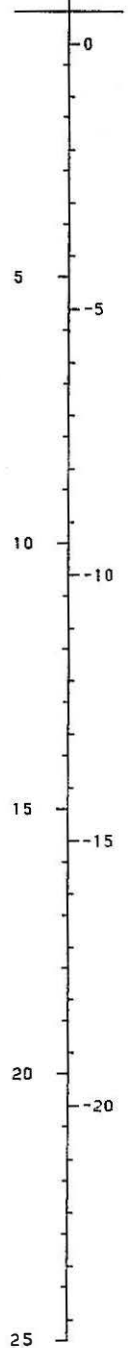
HET VRIJE VAN SLUIS

UNIVERSITEIT GENT
LABORATORIUM VOOR TOEGEPASTE GEOLOGIE
EN HYDROGEOLOGIE
Prof. Dr. W. O. Breuck

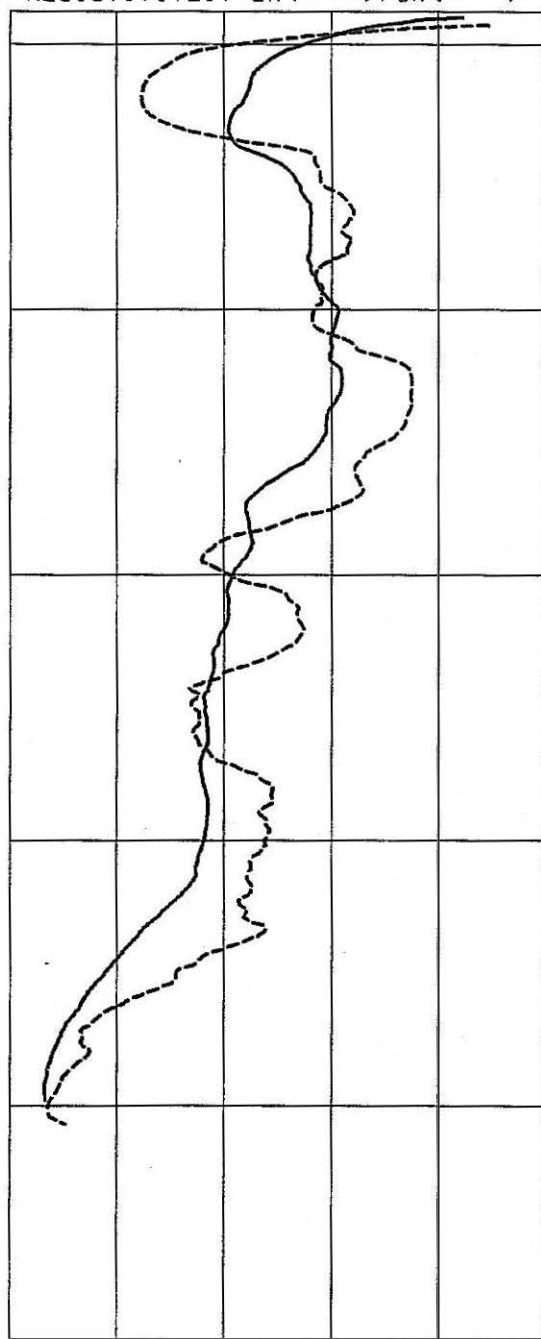
BOORGATMETING MP3

PROJECT NR: TG094034
BORING NR: MP3
DATUM: 19/12/94
GEMEENTE: Oostburg

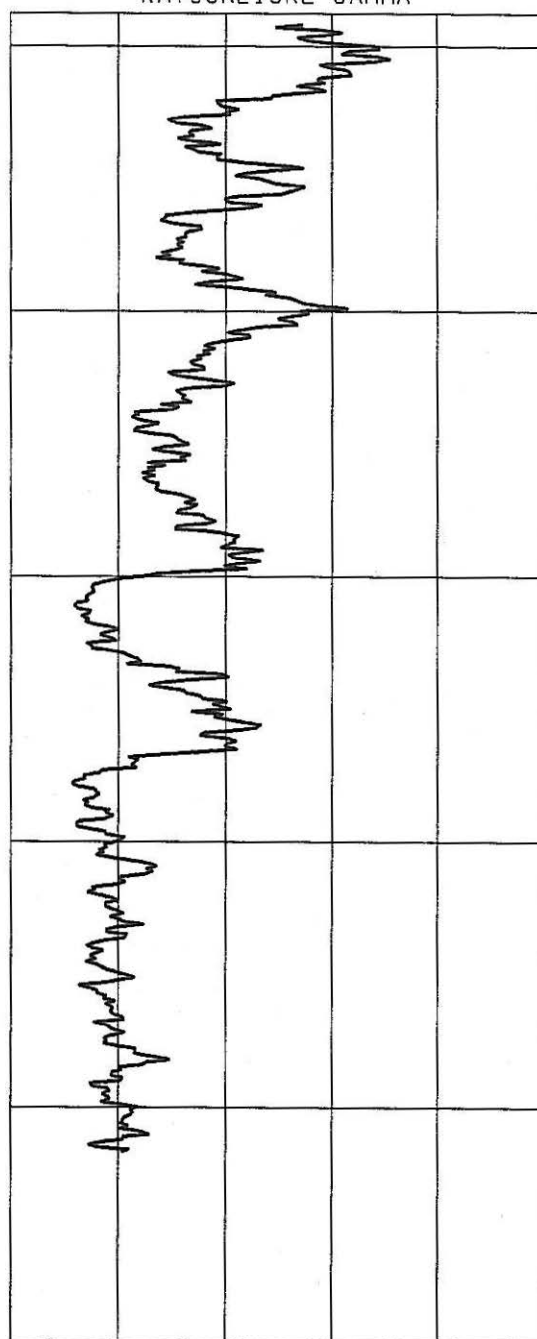
Diepte (m) | Peil (m NAP)



PUNTWEERSTAND PW (—)
RESISTIVITEIT LN (—) / SN (---)



NATUURLIJKE GAMMA



0 10 20 30 40 50
ohm (LN/SN)

0 5 10 15 20 25
cps

HET VRIJE VAN SLUIS

UNIVERSITEIT GENT

LABORATORIUM VOOR TOEGEPASTE GEOLOGIE
EN HYDROGEOLOGIE

Prof. Dr. W. D. Breuck

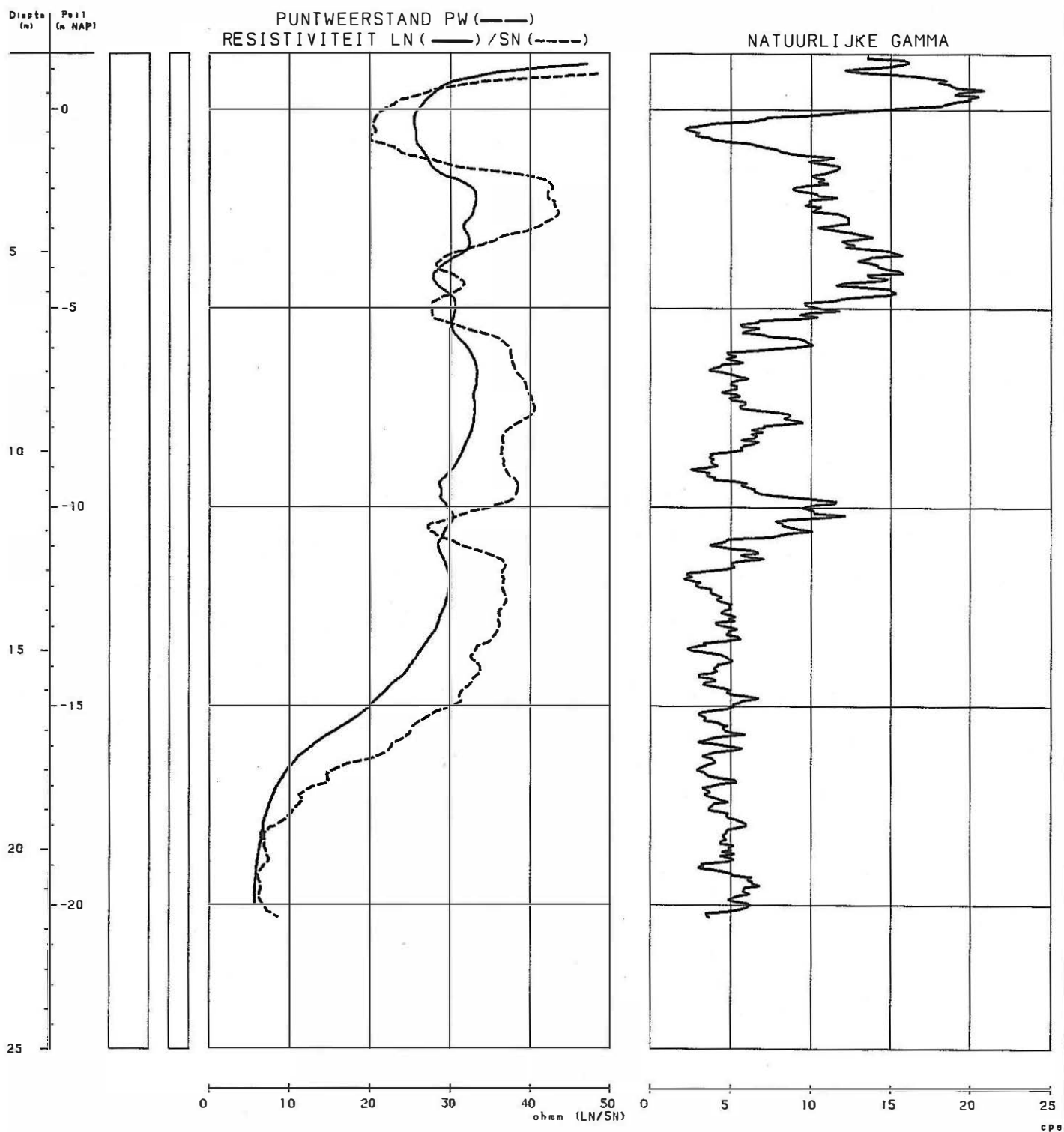
BOORGATMETING MP4

PROJECT NR: TG094034

BORING NR: MP4

DATUM: 14/12/94

GEMEENTE: Oostburg

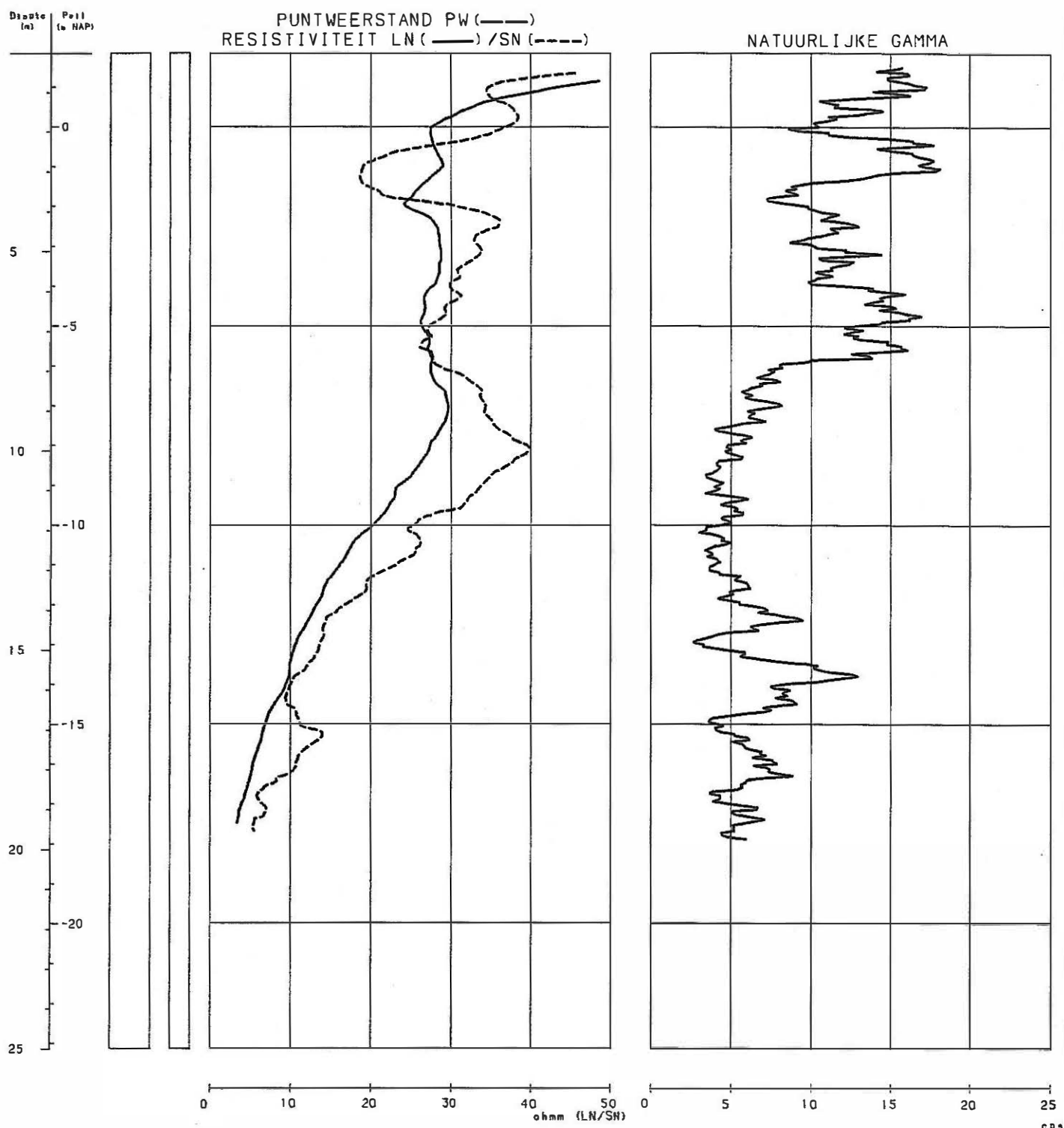


HET VRIJE VAN SLUIS

UNIVERSITEIT GENT
LABORATORIUM VOOR TOEGEPASTE GEOLOGIE
EN HYDROGEOLOGIE
Prof.Dr.W.De Breuck

BOORGATMETING MP5

PROJECT NR: TG094034
BORING NR: MP5
DATUM: 08/12/94
GEMEENTE: Oostburg



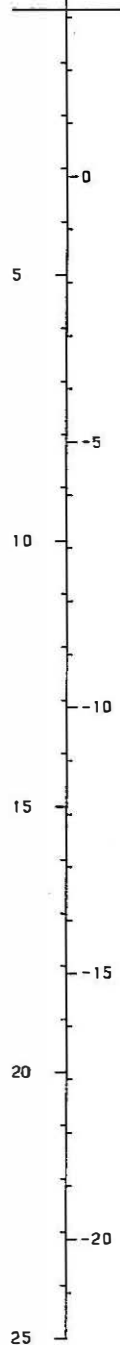
HET VRIJE VAN SLUIS

UNIVERSITEIT GENT
LABORATORIUM VOOR TOEGEPASTE GEOLOGIE
EN HYDROGEOLOGIE
Prof. Dr. W. De Bruck

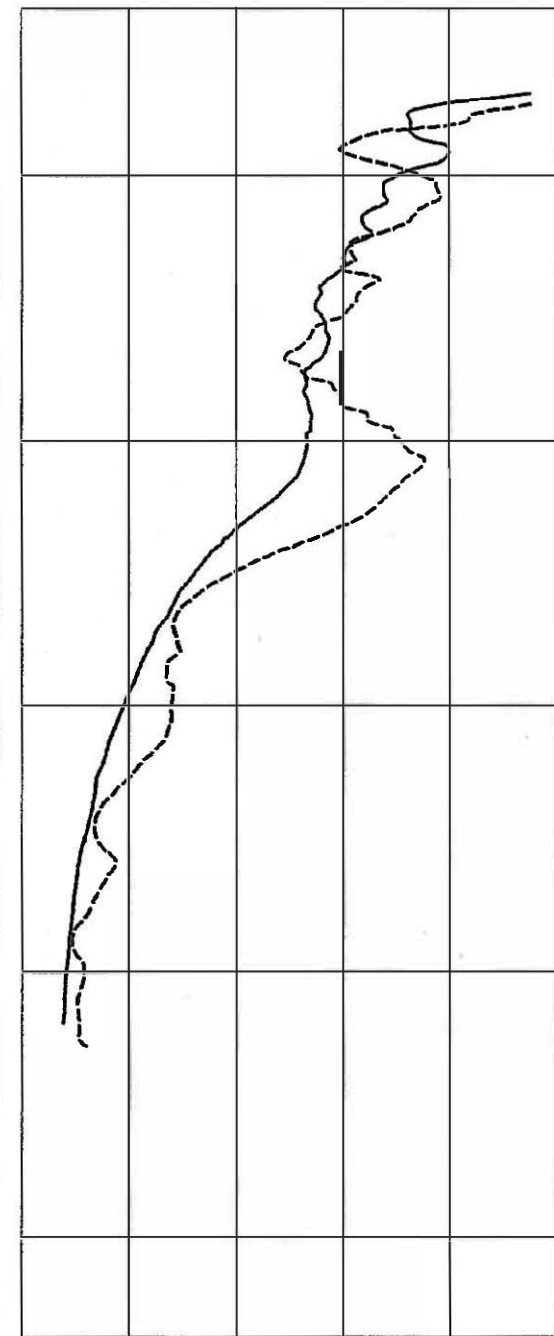
BOORGATMETING MP6

PROJECT NR: TG094034
BORING NR: MP6
DATUM: 06/12/94
GEMEENTE: Oostburg

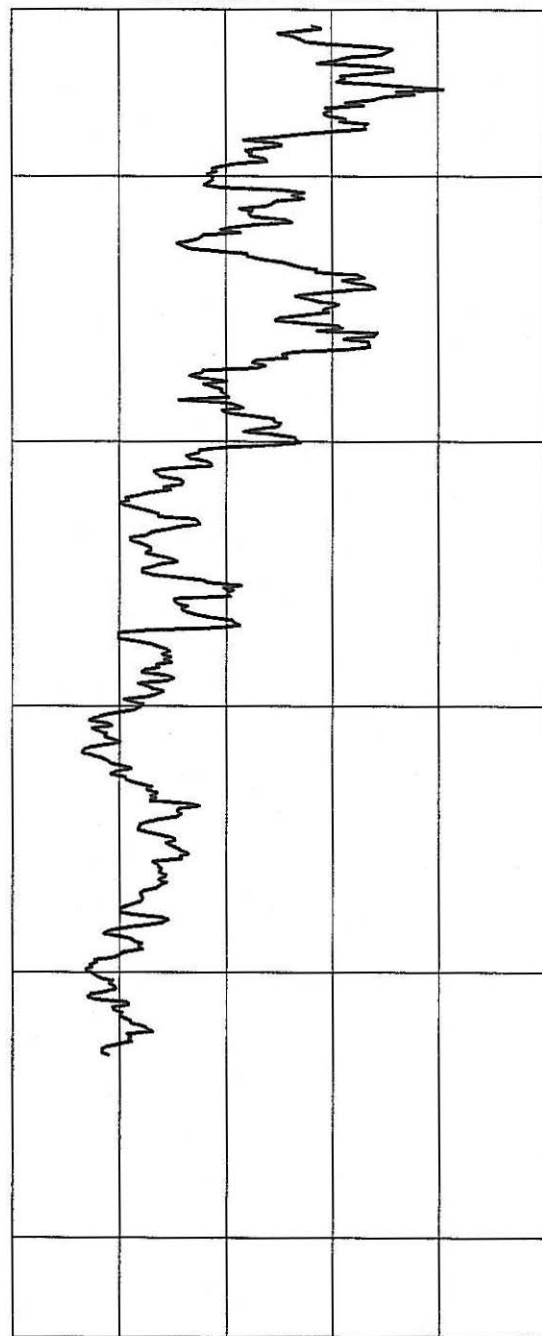
Diepte (m) | Peil (m NAP)



PUNTWEERSTAND PW (—)
RESISTIVITEIT LN (—) / SN (-----)



NATUURLIJKE GAMMA



0 10 20 30 40 50
ohm (LN/SN)

0 5 10 15 20 25
cps

HET VRIJE VAN SLUIS

UNIVERSITEIT GENT
LABORATORIUM VOOR TOEGEPASTE GEOLOGIE
EN HYDROGEOLOGIE
Prof.Dr.W.Os Brauck

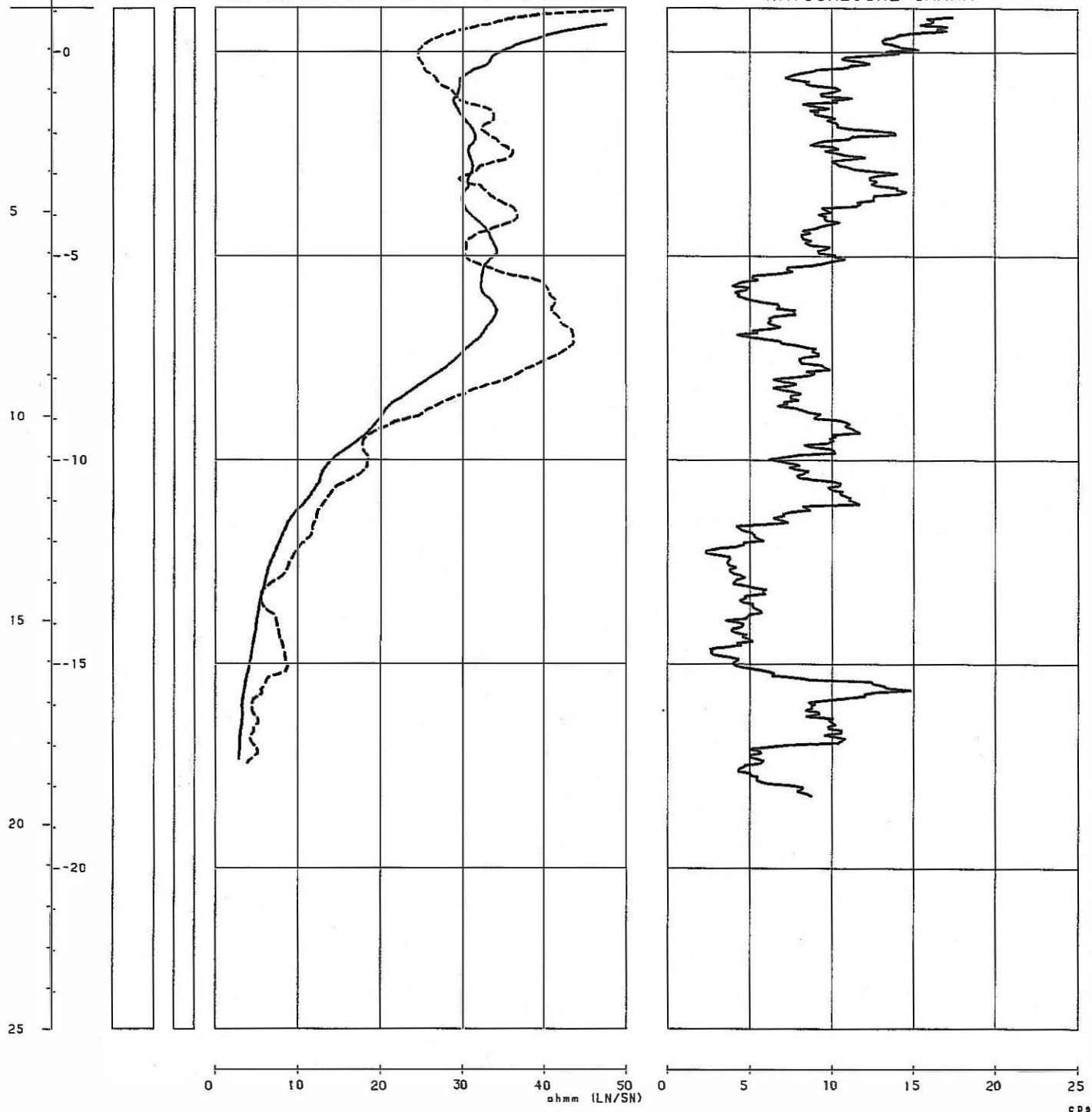
BOORGATMETING MP7

PROJECT NR: TGD94034
BORING NR: MP7
DATUM: 12/12/94
GEMEENTE: Oostburg

Diepte (m) | Peil (o NAP)

PUNTWEERSTAND PW (—)
RESISTIVITEIT LN (—) / SN (---)

NATUURLIJKE GAMMA



HET VRIJE VAN SLUIS

UNIVERSITEIT GENT
LABORATORIUM VOOR TOEGEPASTE GEOLOGIE
EN HYDROGEOLOGIE
Prof. Dr. W. De Brueck

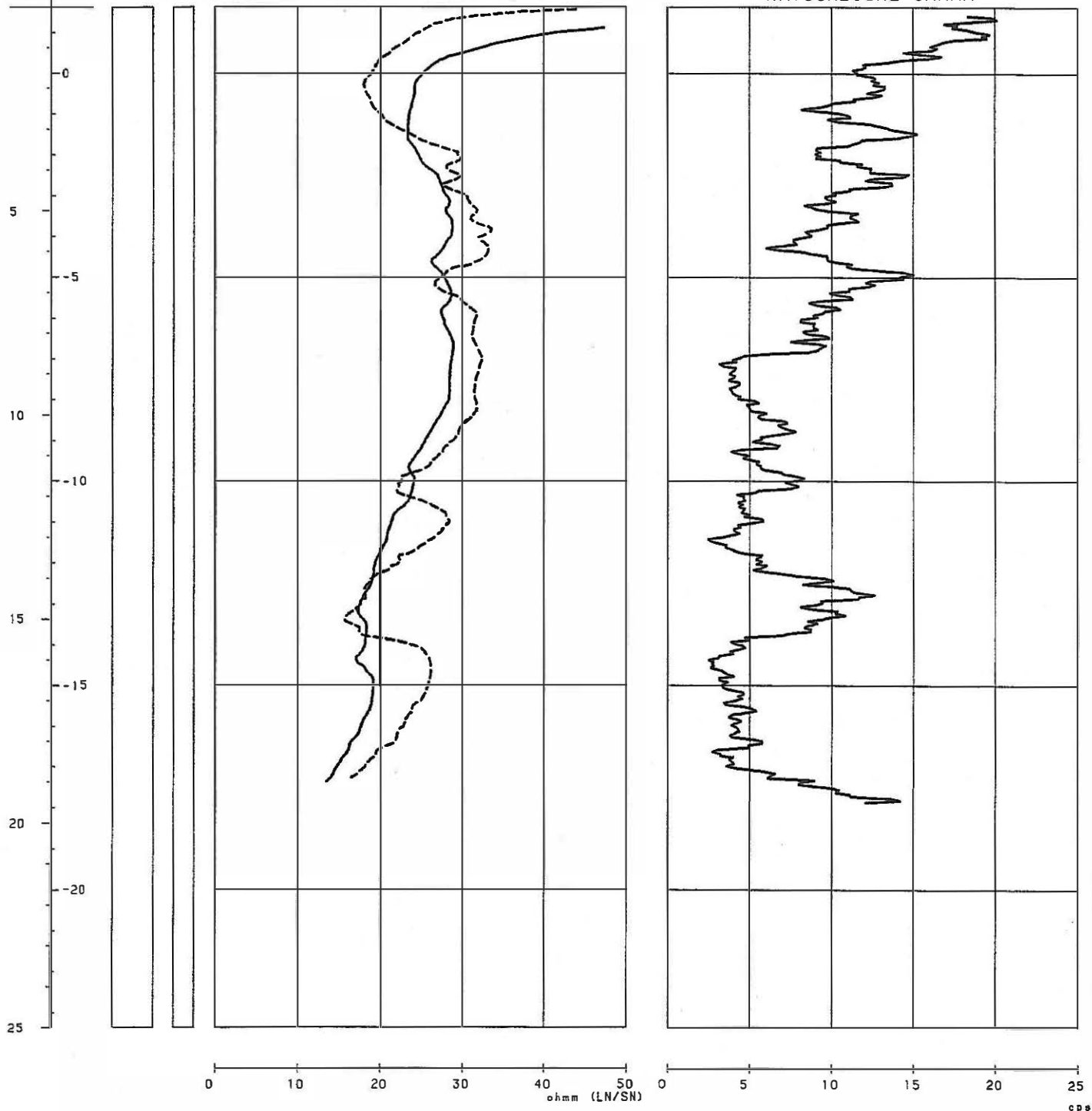
BOORGATMETING MP8

PROJECT NR: TG094034
BORING NR: MP8
DATUM: 13/12/94
GEMEENTE: Oostburg

Diepte (m) | Pelt (m NAP)

PUNTWEERSTAND PW (—)
RESISTIVITEIT LN (—) / SN (---)

NATUURLIJKE GAMMA



HET VRIJE VAN SLUIS

UNIVERSITEIT GENT
LABORATORIUM VOOR TOEGEPASTE GEOLOGIE
EN HYDROGEOLOGIE
Prof. Dr. W. De Breuck

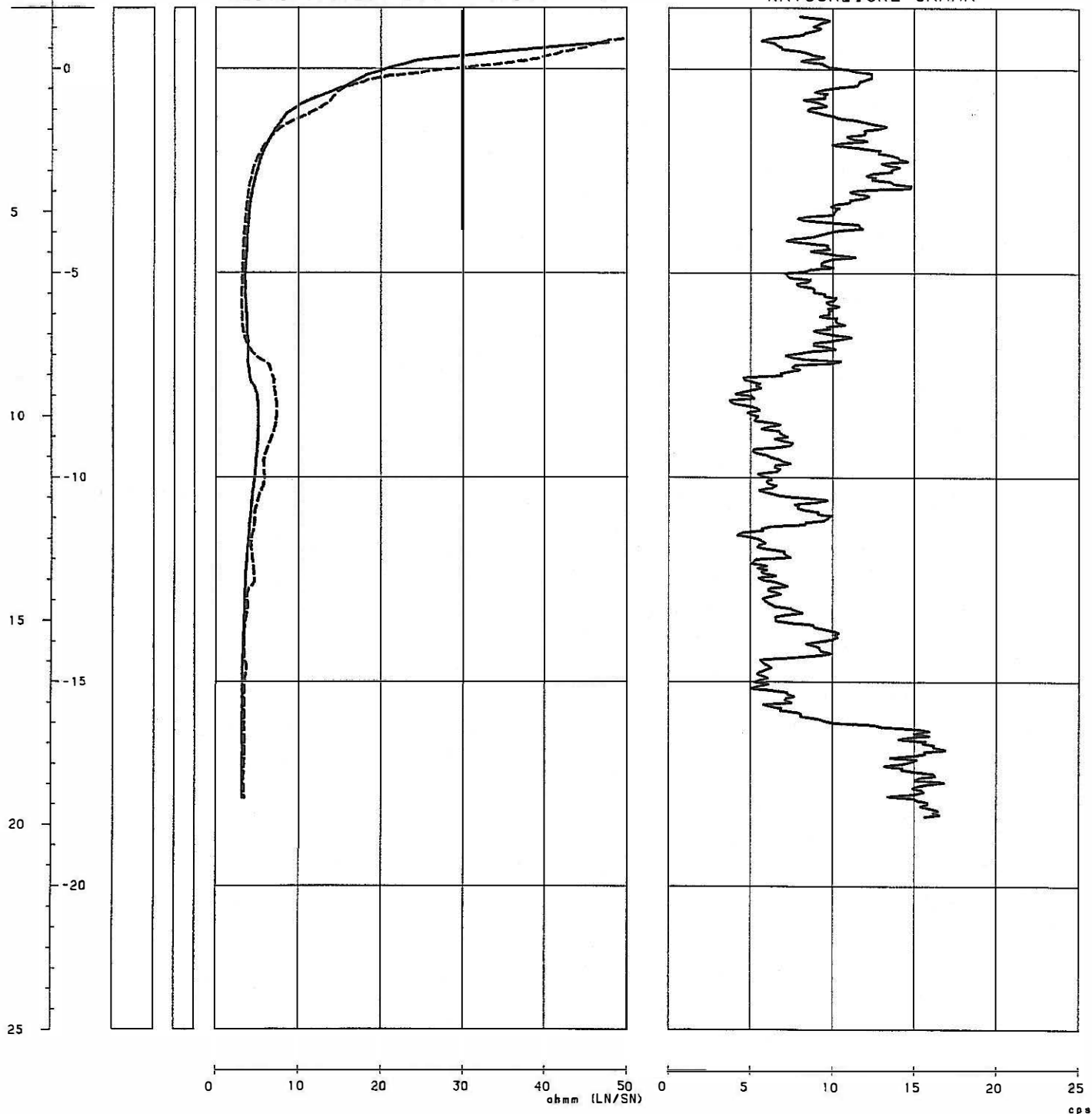
BOORGATMETING MP9

PROJECT NR: TG094034
BORING NR: MP9
DATUM: 22/12/94
GEMEENTE: IJzendijke

Diepte (m) Peil (m NAP)

PUNTWEERSTAND PW (—) /
RESISTIVITEIT LN (—) / SN (---)

NATUURLIJKE GAMMA



LANDINRICHT. DIENST

UNIVERSITEIT GENT
LABORATORIUM VOOR TOEGEPASTE GEOLOGIE
EN HYDROGEOLOGIE
Prof. Dr. W. De Bruck

BOORGATMETING MP10

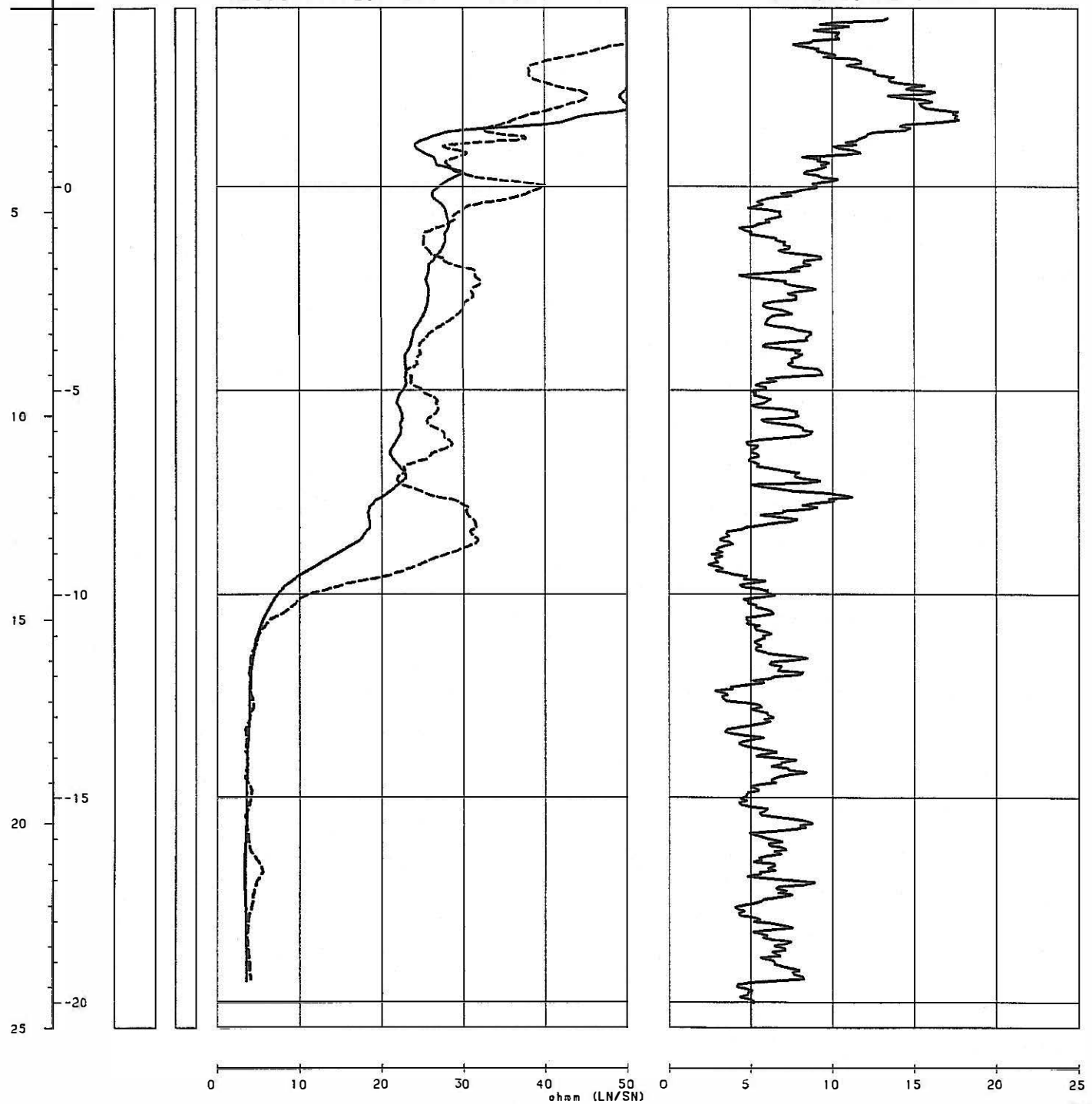
PROJECT NR: TG094034
BORING NR: MP10
DATUM: 20/12/94
GEMEENTE: Sluis

Diepte
(m)

Peil
(m NAP)

PUNTWEERSTAND PW (—)
RESISTIVITEIT LN (—) / SN (---)

NATUURLIJKE GAMMA



BIJLAGE 5.1

ZOETWATERSTIJGHOOGTE OMREKENINGSTABEL

ZOETWAT.XLS

Bepaling zoetwaterstijghoogte en opmaak bestand: Zoetwat.XLS

Door in kolom D de stijghoogte in te vullen krijgt men in kolom E de zoetwaterstijghoogte t;o.v. NAP

put	Z k	rho i	stijghoogte	zoetwaterstijghoogte
1f1	19.54	1017.39	-0.11	-0.45
1f2	6.59	1000.973	0.27	0.26
2f1	18.55	1017.272	0.29	-0.03
2f2	8.55	1000.531	0.64	0.64
3f1	20.49	1016.538	-0.06	-0.40
3f2	7.89	1000.855	0.25	0.24
4f1	20.3	1020.366	0	-0.41
4f2	7.1	1000.881	0.37	0.36
5f1	17.84	1011.928	0.51	0.30
5f2	6.14	1000.698	0.64	0.64
6f1	15.76	1014.717	0.47	0.24
6f2	4.26	1001.861	0.46	0.45
7f1	17.77	1015.965	0.61	0.34
7f2	6.42	1000.577	0.78	0.78
8f1	16.87	1001.775	0.34	0.31
8f2	6.67	1001.015	0.37	0.36
9f1	15.1	1019.312	0.33	0.04
9f2	6	1017.837	0.28	0.18
10f1	20.02	1022.16	-0.3	-0.75
10f2	6.12	1000.779	-0.15	-0.15